



**TUGAS AKHIR – MO1326**

**PENGARUH CACAT *COATING* dan PERBEDAAN SALINITAS  
TERHADAP LAJU KOROSI PADA DAERAH SPLASH ZONE  
MENGUNAKAN MATERIAL BAJA A36**

**Pieter Ardianto**

**NRP. 4313 100 011**

**Dosen Pembimbing:**

**Herman Pratikno, S.T., M.T., Ph.D**

**Dirta Marina C. S.T., M.T.**

**Departemen Teknik Kelautan**

**Fakultas Teknologi Kelautan**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Surabaya 60111**

**2017**



**FINAL PROJECT – MO1326**

**THE EFFECT OF COATING DEFECT AND SALINITY  
DIFFERENCE ON CORROSION RATE IN SPLASH ZONE  
AREA USING STEEL MATERIAL A 36**

**Pieter Ardianto**

**NRP. 4313 100 011**

**Supervisor:**

**Herman Pratikno, S.T., M.T., Ph.D**

**Dirta Marina C. S.T., M.T.**

**Departemen Ocean engineering**

**Faculty of Marine Technology**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Surabaya 60111**

**2017**

**PENGARUH CACAT *COATING* DAN PERBEDAAN  
SALINITAS TERHADAP LAJU KOROSI PADA DAERAH  
*SPLASH ZONE* MENGGUNAKAN MATERIAL BAJA A 36**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknik pada Progam Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknologi  
Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh

PIETER ARDIANTO

NRP. 4313100011

Disetujui oleh :

1. Herman Pratikno, S.T., MT., Ph.D. (Pembimbing 1)

2. Dirta Marina C, S.T., MT. (Pembimbing 2)

3. Ir. J.J. Soedjono, M.Sc. (Penguji 1)

4. Yoyok Setyo H., ST, MT., PhD (Penguji 2)

5. Wimala L. Dhanista, ST., MT. (Penguji 3)

SURABAYA, JULI 2017

## ABSTRAK

### PENGARUH CACAT *COATING* DAN PERBEDAAN SALINITAS TERHADAP LAJU KOROSI PADA DAERAH *SPLASH ZONE* MENGUNAKAN MATERIAL BAJA A 36

Nama Mahasiswa : Pieter Ardianto  
NRP : 4313100011  
Departemen : Teknik Kelautan  
Dosen Pembimbing : Herman Pratikno, S.T, MT., Ph.D  
Dirta Marina C., S.T, MT.

Korosi pada daerah *splash zone* mempunyai laju korosi yang sangat tinggi. Sehingga perlu *barrier/coating* yang sangat baik untuk menjadi pelindung dari material. Namun teknik *coating* tidak lepas dari berbagai masalah yang 80% disebabkan karena *surface preparation*. Korosi sendiri merupakan hasil kerusakan material melalui suatu reaksi kimia atau elektrokimia secara spontan yang menyebabkan penurunan mutu pada material. Pada anjungan lepas pantai sering di jumpai cacat akibat tertabrak dengan kapal yang bersandar maupun saat peluncuran jacket. Cacat yang terjadi mengakibatkan rusaknya lapisan *coating* yang berfungsi sebagai *barrier* atau pelindung agar material tidak cepat terkorosi. Sehingga perlu diadakannya sebuah penelitian Pengaruh Cacat *coating* dan salinitas pada daerah *splash zone*. Material ASTM 36 akan di dipersiapkan terlebih dahulu dengan material abrasif berjenis *Steel Grid* dan dilanjutkan dengan proses *coating*, kemudian di lakukan pencacatan. Setelah itu di lakukan pengujian *salt spray* dengan salinitas 40‰, 50‰, dan 60‰. Dari penelitian ini di hasilkan bahwa kekasaran material akibat material abrasif yang di lakukan pada proses *blasting* mempengaruhi ketebalan *coating* yang melekat pada material. Nilai kekasaran yang tertinggi yaitu 116  $\mu\text{m}$  dengan ketebalan *coating* 352,3  $\mu\text{m}$ . Hasil dari pengujian *salt spray* menunjukan bahwa *coating* tanpa cacat mempunyai laju korosi yang sangat rendah di semua salinitas dengan kategori *outstanding*. Laju korosi *coating* tanpa cacat dengan salinitas 40‰, 50‰, dan 60‰ berturut-turut 0,022 mpy, 0,064 mpy, dan 0,136 mpy. Hasil dari pengujian *salt spray*, laju korosi *coating* dengan cacat gores satu pada salinitas 40‰, 50‰, dan 60‰ berturut-turut adalah 30,381 mpy, 48,167 mpy, dan 77, 434 mpy. Dari pengujian *salt spray*, laju korosi *coating* dengan cacat gores dua pada salinitas 40‰, 50‰, dan 60‰ berturut-turut 44,320 mpy, 75,407 mpy, dan 105,012 mpy.

**Kata kunci:** Laju Korosi, Splash Zone, Cacat *Coating*, Salinitas.

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF COATING DEFECT AND SALINITY DIFFERENCE ON CORROSION RATE IN SPLASH ZONE AREA USING STEEL MATERIAL A 36

Name : Pieter Ardianto  
REG : 4313100011  
Department : Ocean Engineering  
Supervisor : Herman Pratikno, ST, MT., Ph.D.  
Dirta Marina C., ST, MT.

*Corrosion in the splash zone area has a very high corrosion rate. So it needs barrier / coating that is very good to be the protector of the material. But the coating technique is not free from the problems, that 80% due to surface preparation. Corrosion is the result of material damage through a spontaneous chemical or electrochemical reaction that causes a decrease in the quality of the material. On offshore platforms are often encountered in defects due to being hit by a leaning ship or during jacket launch. Defects that occur resulting in damage to the coating layer that serves as a barrier or a protective order is not quickly corroded material. So that needs to be holding a research Influence of Defects coating and salinity in the splash zone area. Material ASTM 36 will be prepared in advance with abrasive material Steel Grid and continued with the coating process, then doing Stratch. After the salt spray test done with a salinity of 40 ‰, 50 ‰, and 60 ‰. From this research produced material that roughness due to the abrasive material will be undertaken on the blasting process affects the thickness of the coating that is attached to the material. The highest roughness value is 116  $\mu\text{m}$  with coating thickness 352,3  $\mu\text{m}$ . The results of the salt spray test showed that the coating without disabilities have very low corrosion rate in all salinity with outstanding category. The rate of corrosion coating without defect with salinity 40 ‰, 50 ‰, and 60 ‰ were 0.022 mpy, 0.064 mpy, and 0.136 mpy respectively. The results of the salt spray test, the corrosion rate of coatings with one scratch defect at salinity 40 ‰, 50 ‰, and 60 ‰ were 30,381 mpy, 48,167 mpy, and 77,442 mpy respectively. From salt spray testing, the corrosion rate of coatings with two scratch defects in salinity 40 ‰, 50 ‰, and 60 ‰ were 44,320 mpy, 75,407 mpy, and 105,012 mpy, respectively.*

**Keywords:** Corrosion rate, Splash Zone, Disability Coating, Salinity

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada allah tuhan semesta alam, yang mana atas rahmat, dan karunianya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik, lancar, dan tepat waktu.

Dalam tugas akhir ini penulis membuat eksperimen mengenai cacat coating yang berjudul **“Pengaruh Cacat *Coating* dan Perbedaan Salinitas Terhadap Laju Korosi Pada Daerah *Splash Zone* Menggunakan Material Baja A 36.** Tugas akhir ini membahas mengenai luasan cacat coating pada salinitas berbeda yang menghasilkan tingkat laju korosi dan ketahanan korosi cacat cat yang terkena salt spray. Tugas akhir ini di susun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Studi Strata1 (S-1) di departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam menyusun Tugas akhir ini penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan dan penulisan ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari civitas akademika lain. Akhir kata penulis berharap penelitian ini bermanfaat bagi perkembangan teknologi di bidang kelautan pada khususnya dan bidang *coating* pada umumnya khusus nya pada coating dan bagi pembaca pada umumnya serta penulis pada khususnya.

Surabaya, Juli 2017

Pieter Ardianto

## UCAPAN TERIMAKASIH

Berkat rahmat, hidayah dan kesehatan dari Allah penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah dijodohkan untuk membantu penulis dalam menyelesaikan dan membantu pengerjaan tugas akhir ini hingga selesai sampai akhir. Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan pertolongan dari arah yang tidak diduga dan memberikan rahmat, hidayah, dan berkat-Nya dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.
2. Supanto dan Umi Kulsum selaku kedua orang tua penulis yang selalu mendoakan, memberikan dukungan baik moril dan moral selama pengerjaan tugas akhir ini, serta adik-adikku yang selalu menghibur ketika menghadapi masalah dalam pengerjaan tugas akhir ini.
3. Bapak Herman Pratikno, S.T, M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing 1 dan Ibu Darta Marina C, S.T, M.T selaku dosen pembimbing 2 penulis dalam tugas akhir ini. Terimakasih atas bimbingan, dukungan moril, dan ilmu kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr.Eng Muhammad Zikra, ST, M.T selaku dosen wali penulis selama kuliah di Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS ini. Terima kasih atas bimbingan dan arahan bapak sehingga penulis bisa menjadi pribadi dan mahasiswa yang lebih baik.
5. Bapak Larasanto, staff dan karyawan CV. Cipta Agung atas kerjasamanya dalam pengerjaan proses tugas akhir.
6. Bapak Budi Agung selaku kepala Lab. Korosi Departemen Teknik Material dan Metalurgi serta Pak Dafiq selaku teknisi Lab. Korosi yang telah memberikan ilmu, bantuan dan fasilitas kepada penulis selama menggunakan Lab.
7. Cak No selaku teknisi Lab. Dinamika Struktur Departemen Teknik Kelautan yang memberikan sumbangsih memotong spesimen saat bulan puasa.
8. Seluruh dosen dan karyawan Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS yang telah memberikan ilmu, bantuan dan fasilitas kepada penulis selama menjalani perkuliahan.

9. dr. Arrofinda Nurani yang selalu menjaga kesehatan penulis agar penulis tidak mudah sakit.
10. Rekan-rekan Valtameri L-31 Teknik Kelautan 2013 yang selalu mendukung dan membantu satu sama lain hingga tugas akhir ini selesai.

Serta semua pihak yang telah membantu namun tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu. Terima kasih atas bantuan, motivasi, dan doa sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas akhir ini.



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1 .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan masalah .....	3
1.6 Hipotesis Awal .....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Klasifikasi Bagian Jacket .....	6
2.2.2 Baja.....	7
2.2.3 Korosi.....	9
2.2.4 Jenis – jenis Korosi .....	12
2.2.5 Laju Korosi.....	15
2.2.6 Pencegahan Korosi.....	16
2.2.7 Penyiapan Permukaan Material.....	21
2.2.8 Abrasive Blast Cleaning.....	26
2.2.9 Material Abrasif .....	28

2.2.10 Salt Spray Test .....	28
BAB III .....	31
METODOLOGI PENELITIAN .....	31
3.1 Metode Penelitian.....	31
3.2 Prosedur Dalam Penelitian .....	32
3.3 Rancangan Penelitian .....	47
BAB IV .....	49
ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	49
4.1. Hasil Prosedur Dew Point dan RH.....	49
4.2. Proses <i>Blasting</i> .....	51
4.2.1. Hasil proses <i>blasting</i> .....	51
4.2.2 Inspeksi Visual <i>Blasting</i> .....	51
4.3 Pengujian Kekasaran Permukaan .....	52
4.3.1 Hasil pengujian kekasaran.....	52
4.4 Proses <i>Coating</i> .....	54
4.4.1. Pengujian <i>Wet Film Thickness</i> (WFT) .....	56
4.4.2. Hasil Proses <i>Coating</i> .....	56
4.5 Pengujian Dry Film Thickness .....	57
4.6 Pencacatan <i>Coating</i> pada Spesimen .....	61
4.7 Penimbangan Spesimen Awal .....	62
4.8 Pengujian <i>Salt Spray</i> .....	63
4.8.1 Pengaruh Perbedaan Salinitas .....	63
4.8.2 Kesimpulan Pengujian <i>Salt Spray</i> Terhadap Korosifitas Pada Material .....	70
4.9 Analisis Laju Korosi.....	71
4.9.1 Penimbangan Berat Akhir Spesimen.....	71
4.9.2 Perhitungan Laju Korosi .....	71
4.9.3 Kesimpulan Laju Korosi .....	73
BAB V.....	77
KESIMPULAN DAN SARAN.....	77

5.1	Kesimpulan.....	77
5.2	Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA .....		79
BIODATA		
LAMPIRAN		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi bagian jacket terhadap daerah terendam dan tidak terendam .....	7
Gambar 2.2 Pengaruh pH terhadap laju korosi. ....	11
Gambar 2.3 Pengaruh temperatur terhadap laju korosi.....	12
Gambar 2.4 Inspeksi visual tingkat kebersihan SA 3 .....	23
Gambar 2.5 Inspeksi visual tingkat kebersihan SA 212.....	23
Gambar 2.6 Inspeksi visual tingkat kebersihan SA 2 .....	24
Gambar 2.7 Inspeksi visual tingkat kebersihan St 3 .....	24
Gambar 2.8 Inspeksi visual tingkat kebersihan St 2 .....	25
Gambar 2.9 Efek kualitas kebersihan material terhadap proteksi korosi.....	25
Gambar 3.1 Diagram alir pengerjaan tugas akhir .....	32
Gambar 3.2 Spesimen yang sudah jadi berdimensi 50 mm x 100 mm.....	34
Gambar 3.3 Spesimen yang sudah jadi berdimensi 50 mm x 100 mm.....	34
Gambar 3.4 Alat <i>spychrometer</i> .....	35
Gambar 3.5 Tabel DEW point dan RH.....	36
Gambar 3.6 Steel grit 16 .....	37
Gambar 3.7 Alat blasting .....	37
Gambar 3.8 Nilai tekanan kompresor .....	38
Gambar 3.9 Baju pelindung .....	38
Gambar 3.10 Tingkat kebersihan Sa 3 .....	39
Gambar 3.11 Kalibrasi <i>roughness meter</i> .....	40
Gambar 3.12 Pengukuran kekasaran menggunakan <i>roughness meter</i> .....	40
Gambar 3.13 Alat penyemprotan <i>coating air spray gun</i> .....	41
Gambar 3.14 <i>Wet film comb</i> .....	42
Gambar 3.15 Proses pengukuran <i>DFT</i> .....	43
Gambar 3.16 Dimensi goresan pada permukaan spesimen.....	44
Gambar 3.17 Penimbangan berat air .....	45
Gambar 3.18 Penimbangan berat air .....	45
Gambar 3.19 Timbangan spesimen dengan keakuratan 4 angka dalam belakang koma pada satuan gram.....	46
Gambar 3.20 Keakuratan timbangan saat pengujian.....	46

Gambar 4.1 Proses menggunakan alat <i>spychrometer</i> untuk menentukan <i>dew point</i> dan RH .....	49
Gambar 4.2 Tabel DEW POINT DAN RH.....	50
Gambar 4.3 (a) Hasil material sebelum di lakukan blasting (b) material sudah dilakukan Blasting.....	51
Gambar 4.4 (a) Hasil material sesudah di lakukan blasting (b) Panduan Kebersihan SA 3 (ISO 8501-1) yang tertera pada SSPC-VIS 1 - <i>Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Preparedby Dry Abrasive Blast Cleaning</i> . ....	52
Gambar 4.5 Grafik nilai kekasaran permukaan berdasarkan kekerasan material abrasif.....	53
Gambar 4.6 Material yang telah di <i>coating</i> menggunakan <i>epoxy glass flake</i> .....	57
Gambar 4.7 Ilustrasi 5 area dan 3 titik dalam satu area pada pengujian <i>dry film thickness</i> . ....	58
Gambar 4.8 Dimensi goresan pada permukaan spesimen.....	61
Gambar 4.9 (a) Alat timbangan (b) Keakuratan menimbang spesimen.....	62
Gambar 4.10 Selisih berat (W) pada salinitas 40 ‰ , 50 ‰ , dan 60 ‰.....	72
Gambar 4.11 Perbedaan salinitas pada <i>coating</i> tanpa cacat.....	73
Gambar 4.12 Perbedaan salinitas pada <i>coating</i> cacat 1 .....	74
Gambar 4.13 Perbedaan salinitas pada <i>coating</i> cacat 2 .....	74

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi baja A36.....	9
Tabel 2.2 Tingkat ketahanan korosi berdasarkan laju korosi.....	16
Tabel 2.3 Tingkat kebersihan material.....	22
Tabel 2.4 Jenis-jenis material abrasif.....	28
Tabel 3.1 Rancangan penelitian .....	47
Tabel 4.1 Hasil pengujian kekasaran permukaan.....	53
Tabel 4.2 Perhitungan <i>wet film thicnkness</i> .....	56
Tabel 4.3 Hasil pengujian <i>dry film thickness</i> .....	60
Tabel 4.4 Hasil pengujian <i>wet film thickness</i> , <i>dry film thickness</i> , dan kekasaran ..	60
Tabel 4.5 Penamaan spesimen uji .....	62
Tabel 4.6 Berat spesimen awal dalam gram.....	63
Tabel 4.7 Foto spesimen setelah di salt spray dengan salinitas 40 ‰ .....	64
Tabel 4.8 Foto spesimen setelah di salt spray dengan salinitas 50 ‰ .....	65
Tabel 4.9 Foto spesimen setelah di salt spray dengan salinitas 60 ‰ .....	67
Tabel 4.10 Foto spesimen makro dilihat dari samping .....	69
Tabel 4.11 Foto spesimen mikro dilihat dari samping.....	69
Tabel 4.12 Foto spesimen mikro setelah di salt spray dengan salinitas 60 ‰.....	70
Tabel 4.13 Berat akhir setelah penimbangan .....	71
Tabel 4.14 Data delta W dari percobaan .....	72
Tabel 4.15 Konstanta dari perhitungan laju korosi .....	72
Tabel 4.16 Hasil laju korosi .....	73
Tabel 4.17 Tingkat ketahanan korosi berdasarkan laju korosi.....	75

## **DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN 1	Technical Data Sheet Epoxy Glass Flake 35870 (Hempel's)
LAMPIRAN 2	Perhitungan Laju Korosi
LAMPIRAN 3	Foto Mikro

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jacket *platform* merupakan salah satu jenis bangunan lepas pantai yang digunakan untuk proses eksploitasi minyak di lepas pantai (*offshore*). Pada umumnya jacket dirancang dengan umur operasi selama 20 hingga 25 tahun dan pada pengoperasian faktor dari keselamatya harus terjamin keselamatan dan kekuatan dari struktur jacket. Salah satu faktor keselamatan yang wajib diperhatikan adalah pertumbuhan korosi pada semua bagian struktur jacket. Korosi merupakan kerusakan atau degradasi logam akibat reaksi redoks antara suatu logam dengan berbagai zat di lingkungannya yang menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak dikehendaki. Proses terjadinya korosi tidak dapat dihentikan namun hanya bisa dikendalikan atau diperlambat lajunya. Korosi pada jacket *platform* menimbulkan kerugian yang tidak sedikit. Hasil riset yang berlangsung pada tahun 2002 di Amerika Serikat memperkirakan, kerugian akibat korosi yang menyerang permesinan industri, infrastruktur, sampai perangkat transportasi mencapai 276 miliar dollar AS. Jumlah ini sesuai dengan 3,1 persen dari Gross Domestic Product (GDP)-nya. sebenarnya, negara-negara di kawasan tropis seperti Indonesia paling banyak menderita kerugian akibat korosi ini. Di Indonesia diperkirakan kerugian negara akibat korosi rata-rata sekitar 3-4% dari GDP, namun apabila dilakukan cara penanggulangan korosi dengan benar, 15% dari kerugian tersebut bisa diselamatkan.

Dalam jacket, terdapat kategori pembagian wilayah daerah. Daerah tersebut dibagi menjadi 4, secara garis besar yaitu daerah tidak terendam air, daerah perbatasan antara terendam dan tidak terendam, daerah terendam air dan daerah yang terkubur. Bagian bagian yang dimaksud adalah *Atmospheric*, *Splash zone*, *immersed*, *mudline*. Dari empat bagian pada jacket tersebut, daerah yang paling agresif terjadi korosi adalah *Splash zone*. Hal ini dikarenakan pada *splash zone* dapat terjadi beberapa korosi yang terjadi secara bersamaan, yaitu korosi kelelahan (*corrosion fatigue*), *marine growth (bio-corrosion)* dan korosi seragam (*uniform corrSION*).



Korosi pada daerah splash zone salah satu cara pencegahannya adalah dengan melakukan *coating*. Pelapisan (*coating*) adalah proses untuk melapisi suatu bahan dasar (*substrate*) yang bertujuan untuk melindungi material dari korosi dan memberikan perlindungan pada material. Menurut Holmberg, K. dan Matthews, A. (2010) *coating* juga memberikan gaya apung negatif (*negative buoyancy force*), memberikan fungsi anti-slip pada permukaan substrat dan beberapa fungsi lainnya. Di daerah splash zone juga sering terjadi goresan akibat proses launching jacket ke laut baik menggunakan skid ataupun launch track, dan sebagai tempat untuk bersandarnya kapal jacket. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dipelajari tentang Pengaruh Cacat *Coating* dan Perbedaan Salinitas terhadap Laju Korosi di Daerah *Splash Zone* Menggunakan Material Baja A36.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dalam tugas akhir ini permasalahan yang akan dibahas yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh *coating* terhadap laju korosi pada splash zone dengan menggunakan material A36?
2. Bagaimana pengaruh cacat *coating* terhadap laju korosi pada splash zone dengan menggunakan material A36?
3. Bagaimana pengaruh salinitas pada *coating* tanpa cacat terhadap laju korosi pada splash zone dengan menggunakan material A36?
4. Bagaimana pengaruh salinitas pada *coating* yang cacat terhadap laju korosi pada splash zone dengan menggunakan material A36?

## **1.3 Tujuan**

Dalam perumusan masalah diatas, tujuan yang ingin dicapai pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan hasil pengaruh *coating* terhadap laju korosi pada splash zone dengan menggunakan material A36.
2. Untuk mendapatkan hasil pengaruh cacat *coating* terhadap laju korosi pada splash zone dengan menggunakan material A36.
3. Untuk mendapatkan hasil pengaruh salinitas pada *coating* tanpa cacat terhadap laju korosi pada splash zone dengan menggunakan material A36.

4. Untuk mendapatkan hasil pengaruh salinitas pada *coating* yang cacat terhadap laju korosi pada splash zone dengan menggunakan material A36.

#### **1.4 Manfaat**

Manfaat yang di peroleh dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui laju korosi pada splash zone dengan variasi cacat *coating* dan salinitas.
2. Setelah mengetahui perbedaan laju korosi dari variasi cacat *coating* dan salinitas pada splash zone menggunakan baja A36 diharapkan dapat menjadi acuan yang tepat dalam memperhitungkan laju korosi pada daerah yang agresif akan korosi.
3. Hasil Pengujian ini dapat dijadikan informasi yang saling melengkapi dan komprehensif dengan hasil penelitian – penelitian sebelumnya tentang laju korosi.

#### **1.5 Batasan masalah**

Batasan masalah yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Spesimen ASTM 36 mewakili dari baja yang digunakan di splash zone.
2. Unsur pengotor diabaikan.
3. Materail abrasif yang digunakan *steel grit* 16.
4. Tekanan compressor dianggap sama
5. Rata rata ketebalan *coating* dianggap sama.
6. Cat menggunakan Epoxy glass flake
7. Daerah splash zone diwakilkan dengan pengujian salt spray (pengembunan).

#### **1.6 Hipotesis Awal**

Berikut adalah hipotesis awal yang digunakan acuan sebelum di lakukan penelitian:

1. Pengaruh *coating* sangat besar dalam menghambat laju korosi yang terjadi pada daerah *splash zone*, hal ini dikarenakan fungsi dari *coating* yang menjadi *barrier*/pengahalang bagi air untuk bisa bersentuhan langsung dengan material.

2. Pengaruh cacat *coating* sangat besar dalam naiknya laju korosi yang terjadi pada daerah *splash zone*, hal ini dikarenakan fungsi dari *coating* yang menjadi *barrier*/pengahalang rusak, dan mengakibatkan air bisa bersentuhan langsung dengan material dan membentuk korosi.
3. Pengaruh salinitas terhadap laju korosi di daerah *splash zone* pada *coating* yang tidak cacat sangat kecil, hal ini dikarenakan fungsi dari *coating* yang menjadi *barrier*/pengahalang bagi air untuk bisa bersentuhan langsung dengan material walaupun berbeda-beda salinitasnya.
4. Pengaruh salinitas terhadap laju korosi di daerah *splash zone* pada *coating* yang cacat cukup besar, hal ini dikarenakan fungsi dari *coating* yang menjadi *barrier*/pengahalang rusak, dan semakin asam suatu larutan atau pelarut maka tingkat korosinya besar akibat perpindahan molekul besi yang di percepat.

## BAB II

### TINJAUN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjaun Pustaka

Dalam Industri kemaritiman, baja merupakan bahan utama yang menjadi komoditas paling penting dalam bidang konstruksi. Baja digunakan sebagai bahan dasar utama dalam pembuatan kapal dan bangunan lepas pantai. Baja tergolong logam paduan yang mana logam besi menjadi unsur dasar dengan campuran beberapa elemen lain yang termasuk didalam adalah karbon. Karbon menjadi tolak ukur atas pembagian Jenis baja dengan mengacu pada tingkat kandungan unsur karbon yang berkisar 0.2 % hingga 2.1% berat sesuai dengan *grade*-nya.

Kekuatan, kekerasan dan sifat mudah dibentuk dari baja di pengaruhi oleh kandungan karbon. Kandungan karbon yang besar dalam baja megakibatkan meningkatnya kekerasan tetapi baja tersebut akan rapuh dan tidak mudah dibentuk (Davis, 1982). Selain mempergaruhi dari kekuatan, kekerasan dan sifat yang mudah dibentuk, kandungan karbon juga dapat digunakan untuk merujuk pada baja bukan tahan karat atau korosi.

Korosi di definisikan sebagai penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya (Trethewey, 1991). Dijelaskan lebih lanjut mengenai penurunan mutu yang diakibatkan interaksi secara fisik bukan disebut korosi, namun biasa dikenal sebagai erosi dan keausan. ( Fontana, 1987). Kecepatan korosi dapat dinyatakan dengan laju korosi. Laju korosi adalah kecepatan rambatan atau kecepatan penurunan kualitas bahan terhadap waktu. Laju korosi tidak bisa di hentikan namun bisa diperlambat. Laju korosi pada alat-alat untuk produksi minyak dapat dicegah melalui beberapa cara, diantaranya proteksi katodik, *coating*, dan pemakaian bahan-bahan kimia. (Bundjali, 2005).

Salah satu metode yang digunakan untuk menghambat laju korosi pada baja adalah dengan metode *coating*. Metode *coating* pada intinya adalah membuat *barrier* atau penghalang antara baja dengan lingkungan. Aplikasi dari pelapisan cenderung mudah dan tanpa batas ukuran permukaan yang dapat dilapisi oleh cat (Hudson, 1982). Selain itu *coating* juga memberikan gaya apung negatif (*negative buoyancy force*), memberikan fungsi anti-slip pada permukaan substrat dan beberapa fungsi lainnya (Holmberg, K. dan Matthews, A. 2010).

Penggunaan *coating* pada splash zone merupakan hal penting, mengingat daerah splash zone merupakan daerah yang sangat korosif. Sehingga untuk mewakili daerah splash digunakanlah air salt spray. Di daerah splash zone juga sering terjadi goresan akibat proses instalasi penurunan kaki jacket ke laut, dan sebagai tempat untuk bersandarnya kapal jacket.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Klasifikasi Bagian Jacket**

Bagian bagian dari jacket berdasarkan daerah terendam dan tidak terendam dibagi menjadi 4 bagian yaitu

*a. Atmospheric*

*Atmospheric* atau daerah atmosfer merupakan daerah yang tidak terkena air laut hanya terkena air hujan saja. Menyebabkan korosi yang berada di daerah ini tergolong *Corrosion areas*. Dan tingkat korosif yang relatif kecil.

*b. Splash zone*

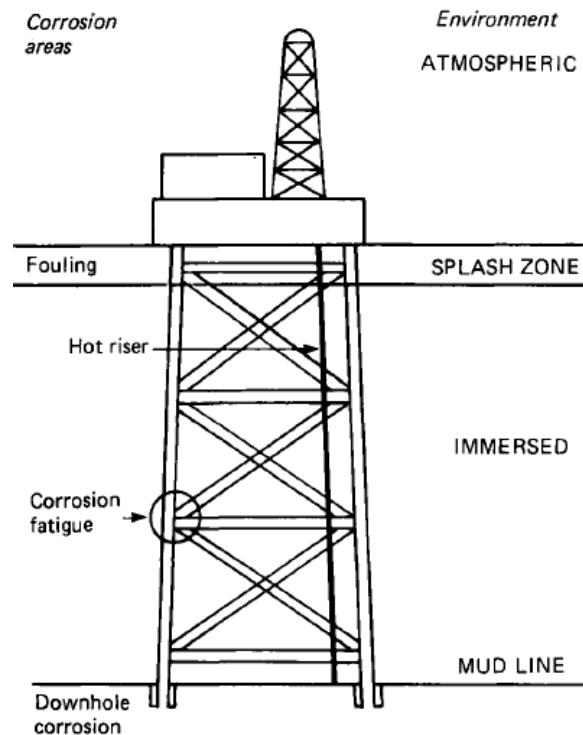
*Splash zone* merupakan daerah yang rawan akan terjadinya korosi. Hal ini dikarenakan letak dari splash zone ini yang terkadang terendam air dan tidak. Letak splash zone berada pada berbatasan antara daerah *amospheric* dan *immersed*( daerah terendam air). Sehingga percikan percikan air laut yang mengenai struktur akan naik keatas dan mengenai struktur jacket yang di atasnya.

*c. Immersed*

*Immersed* merupakan daerah yang tercelup air sepenuhnya dimana korosi yang terjadi pada daerah ini terdapat 2 macam yaitu *Hot riser* dan *Corrsion fatigue*. *Hot riser* pada umumnya terjadi karena perbedaan suhu internal dan eksternal pada riser. Suhu yang tinggi pada internal riser dan suhu yang relatif dingin pada daerah eksternal menyebabkan korosi. Selain itu *Corrosion fatigue* terjadi akibat kelelahan dari struktur yang terkena beban dinamis dan statis. Beban dinamis berupa beban lingkungan yang meliputi angin, gelombang dan arus. Sedangkan beban statis yaitu berat dari struktur sendiri.

*d. Mudline*

*Mudline* merupakan daerah yang tertanam di dalam tanah, daerah ini mengalami korosi berjenis *Downhole corrosion*.



**Gambar 2.1** Klasifikasi bagian jacket terhadap daerah terendam dan tidak terendam

sumber: Chandler. A.K. 1985

### 2.2.2 Baja

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 1.7% berat sesuai *grade*-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah mangan (*manganese*), krom (*chromium*), vanadium, dan nikel. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (*hardness*) dan kekuatan tariknya (*tensile strength*), namun di sisi lain membuatnya menjadi getas (*brittle*) serta menurunkan keuletannya (*ductility*). Pengaruh utama dari kandungan karbon dalam baja adalah pada kekuatan, kekerasan, dan sifat mudah dibentuk. Kandungan karbon yang besar dalam baja mengakibatkan meningkatnya kekerasan tetapi baja tersebut akan rapuh dan tidak mudah dibentuk (Davis, 1982). Berdasarkan tingkat tinggi rendahnya, baja karbon dibagi menjadi 3 jenis:

### 1. Baja karbon Rendah

Baja karbon rendah memiliki kandungan karbon dibawah 0,3%. Baja karbon rendah sering disebut dengan baja ringan (*mild steel*) atau baja perkakas. Jenis baja yang umum dan banyak digunakan adalah jenis *cold roll steel* dengan kandungan karbon 0,08% – 0,30% yang biasa digunakan untuk *body* kendaraan (Sack, 1997). Salah satu jenis baja karbon ini adalah ASTM 36 yang digunakan untuk penelitian ini.

### 2. Baja Karbon Sedang

Baja karbon sedang merupakan baja yang memiliki kandungan karbon 0,30% - 0,60%. Baja karbon sedang mempunyai kekuatan yang lebih dari baja karbon rendah dan mempunyai kualitas perlakuan panas yang tinggi, tidak mudah dibentuk oleh mesin, lebih sulit dilakukan untuk pengelasan, dan dapat dikeraskan (*diquenching*) dengan baik. Baja karbon sedang banyak digunakan untuk poros, rel kereta api, roda gigi, pegas, baut, komponen mesin yang membutuhkan kekuatan tinggi, dan lain-lain.

### 3. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon paling tinggi jika dibandingkan dengan baja karbon yang lain yakni 0,60% - 1,7% C dan memiliki tahanan panas yang tinggi, kekerasan tinggi, namun keuletannya lebih rendah. Baja karbon tinggi mempunyai kuat tarik paling tinggi dan banyak digunakan untuk material *tools*. Salah satu aplikasi dari baja ini adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja.

Dari ketiga Baja dengan kandungan karbon masing masing, Baja ASTM A36 masuk dalam kategori baja dengan tingkat karbon rendah dan baja yang paling sering digunakan dalam industri maritim. Dikatakan rendah karena mengandung karbon antara 0.1% - 0.3%. Baja ASTM 36 memiliki sifat las yang baik dan biasanya digunakan untuk konstruksi anjungan lepas pantai seperti struktur kaki *jacket*, deck atau modul *topside*. Adapun komposisi dan kekuatan Baja A36 adalah sebagai berikut (ASTM, 2001).

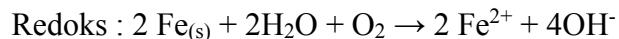
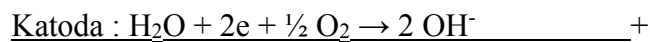
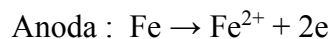
**Tabel 2.1** Komposisi baja A36

<i>Element</i>	<i>Composition (%)</i>
<i>Carbon</i>	0.260
<i>Copper</i>	0.2
<i>Iron</i>	99.0
<i>Manganese</i>	0.75
<i>Phosphorous</i>	0.040
<i>Sulfur</i>	0.050

sumber: ASTM. 2001

### 2.2.3 Korosi

Korosi adalah kerusakan atau degradasi logam akibat reaksi redoks antara suatu logam dengan berbagai zat di lingkungannya yang menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak dikehendaki. Berikut adalah reaksi redoks tersebut:



Korosi secara elektrokimia dapat diilustrasikan dengan reaksi antar ion logam dengan molekul air. Mula-mula akan terjadi hidrolisis yang akan mengakibatkan keasaman meningkat (Trethewey, 1991). Korosi dapat berjalan secara cepat ataupun lambat tergantung dari material bahan, lingkungan, temperatur dan lain sebagainya. Kondisi lingkungan sangat mempengaruhi tingkat korosifitas pada suatu material. Dalam lingkungan tertentu dapat saja medianya bersifat asam netral, lembab, panas dan ada yang menunjang zat-zat renik yang juga dapat menimbulkan masalah korosi. Faktor-faktor yang mempengaruhi korosi antara lain:

#### a. **Faktor Metalurgi**

Faktor metalurgi adalah pada material itu sendiri. Apakah suatu logam dapat tahan terhadap korosi, berapa kecepatan korosi yang dapat terjadi pada suatu kondisi, jenis korosi apa yang paling mudah terjadi, dan lingkungan apa yang dapat menyebabkan terkorosi, ditentukan dari faktor metalurgi tersebut. Yang termasuk dalam faktor metalurgi antara lain :



1. Jenis logam dan paduannya

Pada lingkungan tertentu, suatu logam dapat tahan terhadap korosi. Sebagai contoh, aluminium dapat membentuk lapisan pasif pada lingkungan tanah dan air biasa, sedangkan Fe, Zn, dan beberapa logam lainnya dapat dengan mudah terkorosi.

2. Morfologi dan homogenitas

Bila suatu paduan memiliki elemen paduan yang tidak homogen, maka paduan tersebut akan memiliki karakteristik ketahanan korosi yang berbeda-beda pada tiap daerahnya.

3. Perlakuan panas

Logam yang di-heat treatment akan mengalami perubahan struktur kristal atau perubahan fasa. Sebagai contoh perlakuan panas pada temperatur 500-800 °C terhadap baja tahan karat akan menyebabkan terbentuknya endapan krom karbida pada batas butir. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya korosi intergranular pada baja tersebut. Selain itu, beberapa proses heat treatment menghasilkan tegangan sisa. Bila tegangan sisa tersebut tidak dihilangkan, maka dapat memicu terjadinya korosi retak tegang.

4. Sifat mampu fabrikasi dan pemesinan

Merupakan suatu kemampuan material untuk menghasilkan sifat yang baik setelah proses fabrikasi dan pemesinan. Bila suatu logam setelah fabrikasi memiliki tegangan sisa atau endapan inklusi maka memudahkan terjadinya retak.

5. Permukaan logam yang tidak rata

Permukaan logam yang tidak rata memudahkan terjadinya kutub-kutub muatan, yang akhirnya akan berperan sebagai anode dan katode. Permukaan logam yang licin dan bersih akan menyebabkan korosi sukar terjadi, sebab sukar terjadi kutub-kutub yang akan bertindak sebagai anode dan katode. Permukaan logam yang lebih kasar akan menimbulkan beda potensial dan memiliki kecenderungan untuk menjadi anode yang terkorosi. Korosi akan sangat cepat terjadi pada logam yang potensialnya rendah.

b. Faktor Lingkungan

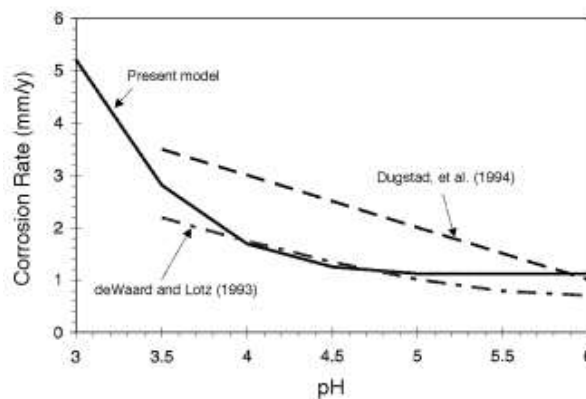
1. Komposisi kimia

Ion-ion tertentu yang terlarut di dalam lingkungan dapat mengakibatkan jenis korosi yang berbeda-beda. Misalkan antara air laut dan air tanah memiliki sifat korosif yang berbeda dimana air laut mengandung ion klor yang sangat reaktif, dimana akan cepat menyebabkan korosi. Selain itu terdapat pula gas-gas terlarut seperti  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  dan  $\text{H}_2\text{S}$ . Dimana gas tersebut merupakan beberapa gas yang mempengaruhi laju korosi logam, yang mana ikut berperan dalam transfer muatan di dalam larutan.

2. Konsentrasi

Konsentrasi dari elektrolit atau kandungan oksigen akan mempengaruhi kecepatan korosi yang terjadi. Pengaruh konsentrasi elektrolit terlihat pada laju korosi yang berbeda dari besi yang tercelup dalam  $\text{H}_2\text{SO}_4$  encer atau pekat, dimana pada larutan encer, Fe akan mudah larut dibandingkan dalam  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat. Suatu logam yang berada pada lingkungan dengan kandungan  $\text{O}_2$  yang berbeda akan terbagi menjadi dua bagian yaitu katodik dan anodik. Daerah anodik terbentuk pada media dengan konsentrasi  $\text{O}_2$  yang rendah dan katodik terbentuk pada media dengan konsentrasi  $\text{O}_2$  yang tinggi.

Pada kondisi asam, pH semakin kecil maka tingkat laju korosi yang terjadi semakin tinggi. Hal ini di buktikan dengan gambar 2.2 tentang pengaruh pH terhadap laju korosi yang terjadi.

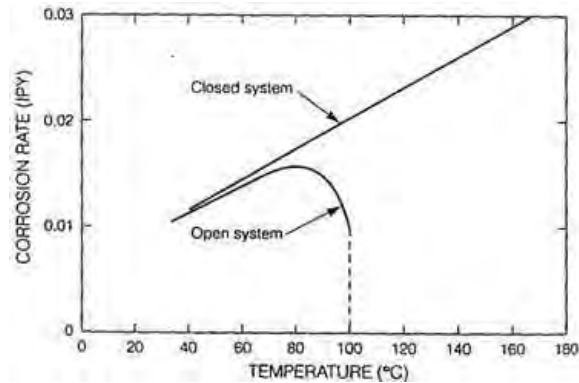


**Gambar 2.2** Pengaruh pH terhadap laju korosi.

sumber: Nesic, 1996

### 3. Temperatur

Pada lingkungan temperatur tinggi, laju korosi yang terjadi lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur rendah, karena pada temperatur tinggi kinetika reaksi kimia akan meningkat. Gambar berikut menunjukkan pengaruh temperatur terhadap laju korosi pada Fe.



**Gambar 2.3** Pengaruh temperatur terhadap laju korosi.

sumber: [www.agungfirdausi.my.id](http://www.agungfirdausi.my.id)

Semakin tinggi temperatur, maka laju korosi akan semakin meningkat, namun menurunkan kelarutan oksigen. Sehingga pada suatu sistem terbuka, diatas suhu 80°C, laju korosi akan mengalami penurunan karena oksigen akan keluar sedangkan pada suatu sistem tertutup, laju korosi akan terus meningkat karena adanya oksigen yang terlarut.

### 4. Kelembapan udara

Pada lingkungan yang cenderung lembab memiliki tingkat korosifitas yang tinggi karena daerah lembab memiliki kandungan air dalam udaranya sehingga mempercepat terjadinya korosi. Dalam persiapan material ketika akan di lakukan proses *coating* maka hal yang perlu diperhatikan adalah titik *DEW point* dan *RH*. *DEW point* dan *RH* merupakan tolok ukur untuk mengetahui tingkat kelembapan yang ada di ruangan.

#### 2.2.4 Jenis – jenis Korosi

Berdasarkan bentuk kerusakan yang dihasilkan, penyebab korosi, lingkungan tempat terjadinya korosi, maupun jenis material yang diserang, korosi terbagi menjadi 9 berikut adalah 9 jenis tersebut:

a. Korosi seragam (*Uniform Corrosion*)

Korosi merata adalah bentuk korosi yang pada umumnya sering terjadi. Hal ini biasanya ditandai dengan adanya reaksi kimia atau elektrokimia yang terjadi pada permukaan yang bereaksi. Logam menjadi tipis dan akhirnya terjadi kegagalan pada logam tersebut. Sebagai contoh, potongan baja atau seng dicelupkan pada asam sulfat encer, biasanya akan terlarut secara seragam pada seluruh permukaannya.

b. Korosi Galvanik (*Galvanic Corrosion*)

Korosi galvanis adalah jenis korosi yang terjadi ketika dua macam logam yang berbeda berkontak secara langsung dalam media korosif. Logam yang memiliki potensial korosi lebih tinggi akan terkorosi lebih hebat dari pada kalau ia sendirian dan tidak dihubungkan langsung dengan logam yang memiliki potensial korosi yang lebih rendah. Logam yang memiliki potensial korosi yang lebih rendah akan kurang terkorosi dari pada kalau ia sendirian dan tidak dihubungkan langsung dengan logam yang memiliki potensial korosi yang lebih tinggi. Pada kasus ini terbentuk sebuah sel galvanik, dengan logam yang berpotensi korosi lebih tinggi sebagai anoda dan logam yang berpotensi korosi lebih rendah sebagai katoda.

c. Korosi Atmosfer

Korosi ini terjadi akibat proses elektrokimia antara dua bagian benda padat khususnya metal besi yang berbeda potensial dan langsung berhubungan dengan udara terbuka.

d. Korosi Regangan

Korosi ini terjadi karena pemberian tarikan atau kompresi yang melebihi batas ketentuannya. Kegagalan ini sering disebut retak karat regangan (RKR). Sifat retak jenis ini sangat spontan (tiba-tiba terjadinya), regangan biasanya bersifat internal atau merupakan sisa hasil pengerjaan (*residual*) seperti pengeringan, pengepresan dan lain-lain.

e. Korosi Celah

Korosi celah adalah sel korosi yang diakibatkan oleh perbedaan konsentrasi zat asam. Karat ini terjadi, karena celah sempit terisi dengan elektrolit (air yang pHnya rendah) maka terjadilah suatu sel korosi dengan

katodanya permukaan sebelah luar celah yang basa dengan air yang lebih banyak mengandung zat asam dari pada bagian sebelah dalam celah yang sedikit mengandung zat asam sehingga bersifat *anodic*. Korosi celah termasuk jenis korosi lokal. Jenis korosi ini terjadi pada celah-celah konstruksi, seperti kaki-kaki konstruksi, drum maupun tabung gas. Korosi jenis ini juga dapat dilihat pada celah antara *tube* dari *Heat Exchanger* dengan *tubesheet*-nya. Adanya korosi bisa ditandai dengan warna coklat di sekitar celah. Tipe korosi ini terjadi akibat terjebaknya elektrolit sebagai lingkungan korosif di celah-celah yang terbentuk diantara peralatan konstruksi.

f. Korosi Sumuran

Korosi sumuran juga termasuk korosi lokal. Jenis korosi ini mempunyai bentuk khas yaitu seperti sumur, sehingga disebut korosi sumuran. Arah perkembangan korosi tidak menyebar ke seluruh permukaan logam melainkan menusuk ke arah ketebalan logam dan mengakibatkan konstruksi mengalami kebocoran. Walaupun tidak sampai habis terkorosi, konstruksi tidak dapat beroperasi optimal, bahkan mungkin tidak dapat dipergunakan lagi karena kebocoran yang timbul. Untuk material bebas cacat, korosi sumuran disebabkan oleh lingkungan kimia yang mungkin berisi spesies unsur kimia agresif seperti klorida. Klorida sangat merusak lapisan pasif (oksida) sehingga pitting dapat terjadi pada dudukan oksida. Lingkungan juga dapat mengatur perbedaan sel aerasi (tetesan air pada permukaan baja, misalnya) dan pitting dapat dimulai di lokasi anodik (pusat tetesan air).

g. Korosi Erosi

Korosi erosi adalah proses korosi yang bersamaan dengan erosi/abrasi. Korosi jenis ini biasanya menyerang peralatan yang lingkungannya adalah fluida yang bergerak, seperti aliran dalam pipa ataupun hantaman dan gerusan ombak ke kaki-kaki *jetty*. Keganasan fluida korosif yang bergerak diperhebat oleh adanya dua fase atau lebih dalam fluida tersebut, misalnya adanya fase liquid dan gas secara bersamaan, adanya fase liquid dan solid secara bersamaan ataupun adanya fase liquid, gas dan solid secara bersamaan. Kavitasi adalah contoh *erosion corrosion* pada peralatan yang

berputar di lingkungan fluida yang bergerak, seperti impeller pompa dan sudu-sudu turbin. *Erosion / abrasion corrosion* juga terjadi di saluran gas-gas hasil pembakaran.

#### h. Korosi Pelarutan Selektif

Korosi pelarutan selektif ini meyangkut larutnya suatu komponen dari zat paduan yang biasa disebut pelarutan selektif. Zat komponen yang larut selalu bersifat *anodic* terhadap komponen yang lain. Walaupun secara visual tampak perubahan warna pada permukaan paduan namun tidak tampak adanya kehilangan materi berupa takik, Perubahan dimensi, retak atau alur.

#### i. Korosi Mikrobiologis

Korosi ini disebabkan oleh mikroorganisme. Mikroorganisme tersebut melakukan metabolisme secara langsung dengan logam sehingga hasil akhir dari metabolisme tersebut akan menimbulkan korosi, atau hasil reaksi yang terjadi membuat lingkungan yang korosif. Pertumbuhan yang cepat dari bakteri membuat membutuhkan tempat untuk berkembang biak ketika menempel dan berkembang biak pada besi maka disitulah terjadi korosi. Contohnya mikroba sulfat anaerobic atau *Desulfofibrio desulfuricans*.

### 2.2.5 Laju Korosi

Laju korosi adalah kecepatan rambatan atau kecepatan penurunan kualitas bahan terhadap waktu. Dalam perhitungan laju korosi, satuan yang biasa digunakan adalah mm/th (standar internasional) atau mill/year (mpy, standar British). Tingkat ketahanan **suatu** material terhadap korosi umumnya memiliki nilai laju korosi antara 1 – 200 mpy.

Untuk mencari nilai laju korosi maka terdapat beberapa metode yang digunakan, salah satunya adalah *weight loss*. Metode *weight loss* atau Metode kehilangan berat adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi. Metode ini menggunakan jangka waktu penelitian hingga mendapatkan jumlah kehilangan akibat korosi yang terjadi. Untuk mendapatkan jumlah berat yang hilang akibat korosi digunakan rumus sebagai berikut:

$$CR(mpy) = \frac{W K}{D A_s T} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

CR = Laju korosi (mpy)

W = Perubahan berat dari spesimen (gram)

K = Konstanta faktor

D = Densitas spesimen (g/cm<sup>3</sup>)

As = Luas spesimen (cm<sup>2</sup>)

T = Eksposur Time (jam)

Metode *weight loss* adalah mengukur kembali berat awal dari benda uji (objek yang ingin diketahui laju korosi yang terjadi padanya), kekurangan berat dari pada berat awal merupakan nilai kehilangan berat. Kekurangan berat dikembalikan kedalam rumus untuk mendapatkan laju kehilangan beratnya. Metode ini bila dijalankan dengan waktu yang lama dan suistainable dapat dijadikan acuan terhadap kondisi tempat objek diletakkan (dapat diketahui seberapa korosif daerah tersebut) juga dapat dijadikan referensi untuk treatment apa yang harus diterapkan pada daerah dan kondisi tempat objek tersebut. Sehingga pencegahan korosi di daerah tersebut bisa menjadi lebih efektif dan efisien.

**Tabel 2.2** Tingkat ketahanan korosi berdasarkan laju korosi

Relative Corrosion Resistance	Approximate Metric Equivalent				
	mpy	mm/year	µm/year	nm/year	pm/sec
Outstanding	<1	<0,02	<25	<2	<1
Excellent	1 – 5	0,02 – 0,1	25 – 100	2 – 10	1 – 5
Good	5 – 20	0,1 – 0,5	100 – 500	10 – 50	5 – 20
Fair	20 – 50	0,5 – 1	500 – 1000	50 – 100	20 – 50
Poor	50 – 200	1 – 5	1000 - 5000	150 - 500	50 - 200
Unacceptable	>200	>5	>5000	>500	>200

sumber: fontana,1987

### 2.2.6 Pencegahan Korosi

Metode untuk mencegah korosi saat ini sudah berkembang dengan pesat. Tidak hanya penyebabnya saja yang menjadi pertimbangan namun hal paling dasar seperti pemilihan material yang baik juga dipertimbangkan. Berikut beberapa metode yang digunakan untuk mencegah korosi:

a. Pemakaian bahan-bahan kimia (*Chemical Inhibitor*)

Pemakaian bahan-bahan kimia merupakan Salah satu metode yang digunakan untuk memperlambat reaksi korosi. Cara memperlambatnya dengan menggunakan bahan kimia yang disebut *corrosion inhibitor*. *Corrosion inhibitor* yang digunakan pada umumnya berbentuk fluida atau cairan yang diinjeksikan pada *production line*. Karena *corrosion inhibitor* tersebut merupakan kunci utama yang penting dalam menangani terjadinya korosi maka perlu dilakukan pemilihan inhibitor yang sesuai dengan kondisi dan kebutuhan. Material *corrosion inhibitor* terbagi 2, yaitu:

1. *Organic Inhibitor*

Inhibitor yang diperoleh dari hewan ataupun tumbuhan. Hewan dan tumbuhan yang mengandung unsur karbon dalam senyawanya itulah yang digunakan sebagai Inhibitor. Material dasar dari *organic inhibitor* yang dapat diambil dari hewan maupun tumbuhan adalah sebagai berikut:

- Turunan dari asam lemak alifatik, yaitu:
  - a. *Monoamine*,
  - b. *Diamine*,
  - c. *Amida*,
  - d. *Asetat*,
  - e. *Oleat*,
  - f. senyawa-senyawa *amfoter*,
  - g. *Imdazolines* dan derivativnya.

2. *Inorganic Inhibitor*

Inorganic Inhibitor di dapat dari mineral-mineral alam yang mana tidak mengandung unsur karbon dalam senyawanya. Hal ini membuat keterbalikan antara *organic inhibitor* dan *anorganik inhibitor* yang mana *organic inhibitor* membutuhkan senyawa karbon sedangkan *anorganik inhibitor* tidak membutuhkan senyawa karbon. Material dasar dari *inorganic inhibitor* antara lain:

- a. kromat,
- b. nitrit,



- c. silikat,
- d. pospat.

b. Proteksi Katodik

Proteksi katodik merupakan salah satu bentuk perlindungan pada logam agar tidak mengalami korosi. Prinsip kerja dari proteksi katodik adalah dengan mengubah benda kerja atau material logam utama menjadi katoda. Proteksi katodik dilakukan dengan mengalirkan elektron-elektron tambahan ke dalam material logam atau benda kerja. Dalam proteksi katodik Terdapat 2 jenis metode yang umum di gunakan, yaitu sebagai berikut:

1. Metode *impressed current*

Metode *impressed current* menggunakan Tambahan arus listrik dan anoda inert yang tidak akan habis, sehingga sistem seperti ini dapat digunakan dalam jangka waktu yang cukup lama. Namun kelemahan dari metode ini adalah biaya operasional yang cukup tinggi dan mahal dikarenakan metode ini menggunakan arus listrik secara terus menerus. Kelebihan dari metode *impressed current* ini dapat digunakan pada lingkungan yang memiliki resistivitas yang tinggi.

2. Metode anoda korban

Metode anoda korban adalah metode dengan mengorbankan material lain yang dihubungkan pada benda kerja atau material yang ingin dilindungi. Logam lain yang dapat dikorbankan harus memiliki potensial reduksi yang lebih kecil (anoda) dari pada benda kerja, agar terjadi perpindahan elektron dari potensial reduksi yang kecil ke yang tinggi. Hal ini akan membuat suatu kejadian yang dinamakan sel galvanik yang mana sel galvanik ini menjadikan benda kerja sebagai suatu katoda.

c. *Coating*

*Coating* merupakan bentuk pelapisan yang diterapkan pada permukaan suatu benda kerja yang mana bisa berbentuk logam maupun kayu. Tujuan dari penerapan lapisan bisa jadi sebagai dekoratif, fungsional, atau keduanya. Pelapisan terdiri dari 2 jenis, yaitu *liquid coating* dan *concrete coating*. *Liquid coating* biasanya berupa *painting* (pengecatan), sedangkan *concrete coating*

adalah pelapisan dengan menggunakan beton. Cat adalah pelapis yang kebanyakan memiliki kegunaan ganda untuk melindungi permukaan suatu benda. Selain berfungsi sebagai dekoratif, pelapisan dengan menggunakan cat juga berfungsi sebagai media anti korosi yang melindungi permukaan benda semacam pipa – pipa pada pabrik maupun pada badan kapal. Selain itu, *coating* juga memberikan gaya apung negatif (*negative buoyancy force*), memberikan fungsi anti-slip pada permukaan substrat dan beberapa fungsi lainnya (Holmberg, K. dan Matthews, A. 2010). Pada umumnya *coating* mengandung empat bahan dasar, yaitu pengikat (*binder*), zat pewarna (*pigmen*), pelarut (*solvent*), dan *additif*.

#### 1. Pengikat (*binder*)

Pengikat (*binder*) merupakan unsur utama pada cat yang mana berfungsi sebagai pengikat antar komponen-komponen cat. Binder ketika mengikat akan membentuk matriks. Matriks akan terbentuk pada saat pelapisan, dan fase polimer pada resin. Matriks ini akan berkelanjutan sampai semua komponen lain dapat dimasukkan. Kandungan binder mempunyai pengaruh langsung terhadap kemampuan cat. Pengaruh langsung tersebut antara lain:

- kekerasan,
- ketahanan solvent
- dan ketahanan pada cuaca.

Dalam satu cat terdapat dua atau lebih pengikat yang dapat dikombinasikan pada lapisan yang melekat pada material. kandungan *binder* yang berlebih itu untuk membuat lapisan pelindung pada substrat, resin atau pengikat yang harus dikonversikan dari keadaan cair ke keadaan padat sehingga dapat melekat dan melindungi permukaan (NACE, 2011). Dalam berbagai jenis *coating* terdapat banyak binder yang telah dikenal di dalam industri maritim khususnya. Berikut nama nama binder tersebut:

- *alkyd*,
- *vinyl*,
- *resin alam*,

- *epoxy*,
- *dan urethane*.

## 2. Zat Pewarna (*pigmen*)

*Pigmen* merupakan suatu zat yang salah satu fungsinya sebagai pemberi warna pada *coating*. Bahan pewarna dan pigmen terlihat berwarna karena mereka menyerap panjang gelombang tertentu dari cahaya. Fungsi dari *pigmen* sendiri antara lain sebagai estetika keindahan, dan mempengaruhi ketahanan korosi dan sifat fisika dari *coating* itu sendiri. Zat pewarna (*pigmen*) dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu pigmen organik dan anorganik. Berikut uraian dari 2 kelompok pigmen tersebut:

- Pigmen organik merupakan zat warna yang dibuat oleh manusia atau disebut pewarna sintetik. Pewarna ini ditemukan oleh William Henry Perkin. Contoh pigmen organik antara lain *Pigment Red 21*, *Lithol Rubine BK*
- Pigmen anorganik berasal dari material yang mengalami oksidasi atau perkaratan jika pada besi. Contoh pigmen anorganik adalah besi oksida.

Terdapat juga extender pigmen yang memberikan sedikit pengaruh terhadap warna dan ketahanan korosi namun banyak mempengaruhi sifat-sifat *coating* seperti kekentalan (*densitas*), aliran, kekerasan (*hardness*) dan permeabilitas. Contohnya adalah kalsium karbonat, kaolin, talc dan barium sulfat (*barytes*).

## 3. Pelarut (*solvent*)

Pelarut (*solvent*) berfungsi untuk melarutkan pengikat (*binder*) dan juga untuk mengubah kekentalan atau viskositas suatu larutan. Pelarut yang memiliki nilai tekanan uap yang tinggi sehingga proses penguapannya begitu cepat disebut dengan *fast* atau *hot solvent*. Sedangkan pelarut yang lambat dalam proses penguapan disebut *slow solvent*. Laju penguapan mempengaruhi sifat-sifat *coating* dan beberapa cacat dapat disebabkan karena ketidakcocokan dalam pemilihan pelarut. Jika pelarut yang tidak cocok dicampurkan maka beberapa efek yang

akan muncul diantaranya adalah *coating* tidak bisa membentuk lapisan halus dan kontinu, *coating* mengalami kekerasan yang begitu cepat, dan tidak bisa bersatunya antara material dengan cat.

#### 4. *Additif*

*Additif* adalah senyawa-senyawa kimia yang biasanya ditambahkan dalam jumlah sedikit, namun sangat mempengaruhi sifat-sifat pelapisan. Tingkat penggunaan *additif* tidak melebihi 1 atau 2%, dan tingkat total semua *additif* dalam formulasi tidak melebihi 5% dari total produk. Berbagai tipe bahan yang ditambahkan pada cat dalam jumlah yang kecil untuk meningkatkan kemampuan cat sesuai dengan tujuan atau aplikasi cat. Bahan-bahan yang termasuk *additif* adalah surfaktan, alat anti endapan (*anti-settling agent*), alat pencampur (*coalescing agents*), alat tahan pengulitan (*anti-skinning agents*), katalis, *defoamers*, penyerapan cahaya *ultraviolet* (*ultraviolet light absorbers*), alat dispersi, bahan pengawet (*preservatives*), pengering (*driers*) dan *plastisizers*.

#### 5. *Extender*

Fungsinya sama dengan *additive*, yaitu memperbaiki sifat-sifat cat. Bahan *extender* ini berbentuk padat yang biasanya dipergunakan untuk membantu cara kerja *pigment*, misalnya *barite*, *talc*, senyawa  $\text{CaCO}_3$ , dan lain-lain.

### 2.2.7 Penyiapan Permukaan Material

Penyiapan permukaan material adalah tahapan awal yang dilakukan kepada material untuk membersihkan kotoran dan minyak dilakukan proses *coating*. Tahapan awal ini sebagai penentu terhadap daya lekat *coating* pada material. Dijelaskan oleh (hudson,1982) Kehadiran sejumlah kecil kontaminan pada permukaan seperti: minyak, oksida dll dapat merusak dan mengurangi kekuatan adhesi lapisan pada substrat secara fisik. Ada beberapa faktor yang perlu di perhatikan saat melakukan Pembersihan permukaan material antara lain:

#### a. Kebersihan (*Cleanliness*)

Kebersihan dari material merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam melakukan *surface preparation*. Dalam membersihkan material uji, material uji yang di bersihkan harus bersih dari kontaminasi

minyak, oksida, karat, debu, *mill scale* dll. Pembersihan ini dilakukan untuk membuat lapisan *coating* yang bersentuhan langsung dengan material akan lebih mengikat, karena kekasaran yang ada pada material membuat cekungan cekungan dimana cat akan memenuhi daerah itu dan menjadi lebih lekat. Tingkat kebersihan yang ada pada ISO 8501-1 di bagi menjadi 5 tingkatan. Mulai dari tingkatan yang palng tinggi yaitu white metal hingga yang paling rendah yaitu menggunakan hand power tool. Selain ISO juga ada salah satu standart dari Amerika yaitu American SSPC-SP yang memiliki tingkat lebih banyak. Tingkatan yang dimiliki oleh SSPC-SP adalah 10 tingkatan yang mana akan diambil 5 yang sama dengan ISO 8501-1, yang di tunjukkan seperti pada tabel 2.3 dan gambar 2.5.

**Tabel 2.3** Tingkat kenbersihan material.

Dekripsi	American SSPC-SP	ISO 8501-1
White Metal	SSPC - SP 5	Sa 3
Near White Metal	SSPC - SP 10	Sa 2 $\frac{1}{2}$
Commercial Blast	SSPC - SP 6	Sa 2
Power Tool Cleaning	SSPC - SP 3	St 3
Hand Tool Cleaning	SSPC - SP2	St 2

Sumber: ISO 8501-1 dan American SSPC-SP

Berikut adalah gambar visual tingkat kebersihan untuk surface preparation antara lain:

1. SA 3 (*Blast-Cleaning to visually clean steel*)

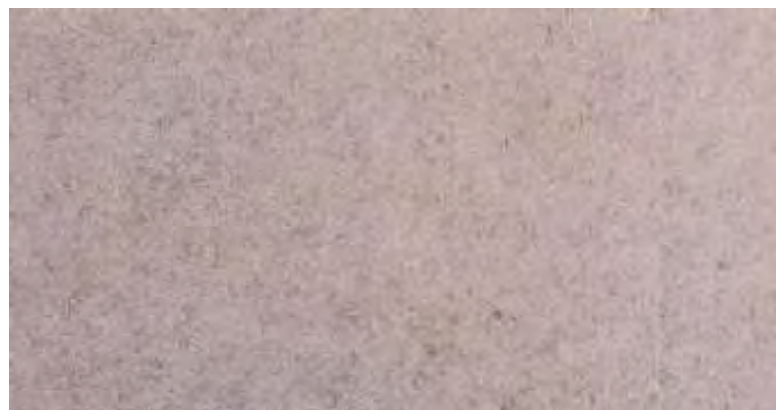
Pada tingkat kebersihan SA 3 merupakan tingkat kebersihan yang paling baik dimana dikatakan sebagai *white metal*. *White metal* merupakan kondisi material memunculkan warna aslinya. Hal ini dikarenakan material benar-benar bersih dari minyak, debu, karat, bekas cat lama (apabila material bekas), dan kontaminasi kontaminasi lainnya. Pada kondisi ini seperti ini permukaan material sangat kasar akibat proses blasting. Berikut adalah gambar 2.4 tingkat kebersiah Sa 3:



**Gambar 2.4** Inspeksi visual tingkat kebersihan SA 3  
sumber: ISO 8501-1

2. SA  $2\frac{1}{2}$  (*Very through blast-cleaning*)

Pada tingkat kebersihan SA  $2\frac{1}{2}$  merupakan tingkat kebersihan nomor 2 setelah SA 3. Pada SA  $2\frac{1}{2}$  hasil inspeksi masih terlihat bercak bercak kecil dari karat dan garis garis yang tipis.



**Gambar 2.5** Inspeksi visual tingkat kebersihan SA  $2\frac{1}{2}$   
sumber: ISO 8501-1

3. SA 2 (*Through blast-cleaning*)

Pada tingkat kebersihan SA 2 merupakan tingkat kebersihan yang cukup rendah hal ini dikarenakan pada tingkatan ini bercak-bercak cat dari bekas lama (apabila material bekas), korosi dan kotoran yang melekat kuat tidak dapat di hilangkan sepenuhnya.



**Gambar 2.6** Inspeksi visual tingkat kebersihan SA 2

sumber: ISO 8501-1

4. St 3 (*Through hand and power tool cleaning*)

Pada tingkat kebersihan ini material bersih dari debu dan kotoran ringan yang menempel pada besi, namun untuk minyak dan karat masih menempel kuat pada material. Minyak dan karat yang menempel pada material dengan kebersihan St 3, minyak dan karat tidak bisa di hilangkan sama sekali karena alat yang di gunakan untuk membersihkan hanyalah power tool cleaning.



**Gambar 2.7** Inspeksi visual tingkat kebersihan St 3

sumber: ISO 8501-1

5. St 2 (*Very Thorough hand and power tool cleaning*)

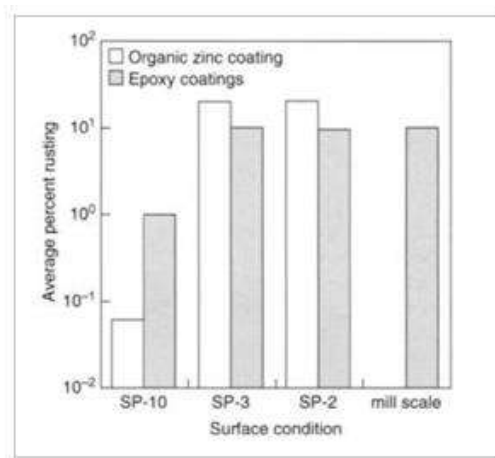
Pada tingkat kebersihan ini material uji bersih dari debu dan minyak. Material ini memiliki karat dan bekas cat lama (apabila pernah di pakai sebelumnya dalam pengecatan) yang masih menempel. Karat dan bekas

cat pada tingkat kebersihan ini tidak bisa dihilangkan, sama seperti tingkat kebersihan St 3.



**Gambar 2.8** Inspeksi visual tingkat kebersihan St 2  
sumber: ISO 8501-1

Sehingga efek dari kualitas kebersihan pada material terhadap daya lekat cat akan sebagai berikut:



**Gambar 2.9** Efek kualitas kebersihan material terhadap proteksi korosi  
sumber: Momber, 2004

b. Kekasaran permukaan

Kekasaran permukaan merupakan tingkat kekasaran permukaan material setelah dilakukan proses *blasting* maupun menggunakan gerinda. Kekasaran permukaan ini dapat diukur dengan berbagai cara, diantaranya yaitu melalui perbandingan dengan alat yang bernama *comparator* sesuai dengan ASTM D4417A, ataupun dengan menggunakan bantuan *replica*



*tape* sesuai dengan ASTM D4417C yang kemudian kita ukur dengan alat yang bernama *foil thickness gauge* sesuai dengan ASTM D4417D. Tujuan dari mengkasarkan permukaan material ini adalah untuk mengikat cairan cat (epoxy) agar memiliki daya lekat yang kuat kepada material, sehingga semakin kasar permukaan maka daya lekat semakin tinggi dan begitu pula sebaliknya.

c. Kadar Garam (*Soluble Salt*)

Kadar garam yang terdapat pada material sangat berpengaruh pada ketahanan material pada karat karena semakin besar kadar garam yang terkandung maka proses karat akan semakin cepat. Jadi kadar garam yang terdapat pada material harus seminimal mungkin, biasanya kandungan kadar garam yang diperbolehkan untuk proses aplikasi *epoxy* ini maksimal 2 mg/cm<sup>2</sup>. Untuk mengetahui tingkat kandungan kadar garam yang ada pada material dapat dilakukan proses *salt contamination test*.

d. Kelembaban (*relative humidity*)

*Relative humidity* adalah tingkat kadar uap air yang ada pada ruangan dimana akan dilakukan proses *blasting*. Biasanya *relative humidity* diukur dalam satuan persen, dan batasan maksimumnya adalah 85. Jadi jika *relative humidity* kurang dari atau sama dengan 85% maka proses *blasting* dapat dilakukan, tetapi jika *relative humidity* lebih besar dari 85% maka proses *blasting* tidak boleh dilakukan karena tingkat kandungan uap air di udara terlalu besar yang akan mengakibatkan uap air menempel pada permukaan material. Jika uap air menempel pada permukaan material maka akan memicu proses karat pada material. proses pengukuran menggunakan alat *psychrometer*. Alat ini memiliki 2 termometer yang dinamakan *dry bulb* dan *wet bulb*. Dari pengukuran itulah nilai dari dew point dan RH bisa di ketahui.

### 2.2.8 Abrasive Blast Cleaning

*Abrasive Blast Cleaning* merupakan salah satu jenis dari penyiapan permukaan pada material yang akan di *coating* untuk mendapatkan daya lekat yang tinggi pada material. Cara kerja *Abrasive Blast Cleaning* dengan menyemprotkan material abrasif dan air dengan tekanan tinggi ke material atau struktur yang akan

di lakukan *coating*. Secara garis besar *Abrasive Blast Cleaning* terbagi menjadi 3 metode yaitu:

a. *Dry Abrasive Blast Cleaning*

*Dry abrasive blast cleaning* adalah proses pembersihan permukaan material dengan cara menembakan material abrasif dengan tekanan yang tinggi. Seringkali *dry abrasive blast cleaning* juga disebut dengan *sandblasting*. Adapun jenis-jenis material abrasif yang biasa digunakan adalah *steel grit*, *steel shot*, *garnet*, dan *aluminium oxide*. *Dry abrasive blast cleaning* dipilih karena proses ini yang paling cepat dan efisien untuk membersihkan permukaan material yang terkontaminasi oleh berbagai kotoran terutama karat. Efek dari metode ini membuat permukaannya menjadi kasar dan permukaan yang kasar ini membuat cat dapat melekat dengan kuat.

b. *Wet Abrasive Blast Cleaning*

Pada prinsipnya metode *wet abrasive blast cleaning* hampir sama dengan metode *dry abrasive blast cleaning*, namun hal yang membedakan antara keduanya adalah jenis dari materialnya, jika *dry abrasive blast cleaning* menggunakan material abrasif lain hal nya dengan *wet abrasive blast cleaning* yang menggunakan pasir yang dicampur dengan air serta unsur *additive* sebagai bahan pencegahan (*inhibitor*). *Wet Abrasive Blast Cleaning* biasanya digunakan pada daerah pekerjaan dimana tidak dibolehkan terjadi percikan bunga api (*spark*), misalnya proses *area/chemical area*.

c. *Ultra-High Pressure Water Jetting*

Metode ini menggunakan material abrasif yang sama dengan *wet abrasive blast cleaning*, namun hal yang membedakannya adalah tekanan yang digunakan saat proses *blasting* berlangsung. *The Steel Structures Painting Council* (SSPC) mengkategorikan empat jenis teknologi yang menggunakan metode water jetting ini yaitu :

- i. *Low Pressure Water Cleaning* (LPWC) dengan tekanan air dibawah 5000 Psi (34 MPa)

- ii. *High Pressure Water Cleaning* (HPWC) dengan tekanan air 5000 – 10.000 Psi (34 – 70 MPa)
- iii. *High Pressure Water Jetting* (HPWJ) dengan tekanan air 10.000 – 25.000 Psi (70 – 170)Mp
- iv. *Ultra High Pressure Water Jetting* (UHPWJ) dengan tekanan air diatas 25.000 Psi (170 Mpa).

### 2.2.9 Material Abrasif

Material abrasif merupakan salah satu komponen penting dalam proses *blasting*. Material abrasif digunakan dalam menyiapkan permukaan material yang lebih baik dari pada menggunakan gerinda saja. Ada banyak jenis material abrasif yang dapat digunakan dalam proses persiapan permukaan material. Berikut adalah tabel 2.4 yang mana sebagai berikut:

**Tabel 2.4** Jenis-jenis material abrasif

<i>Abrasive Material</i>	<i>Mesh Sizes (μm)</i>	<i>Hardness (MOHS)</i>	<i>Density (g/ml)</i>
<i>Silica Sand</i>	<i>6-270</i>	<i>5-6</i>	<i>2.65</i>
<i>Garnet</i>	<i>8-300</i>	<i>7-8</i>	<i>3.5-4.3</i>
<i>Coal Slag</i>	<i>12-80</i>	<i>6-7.5</i>	<i>2.7</i>
<i>Aluminium Oxide</i>	<i>16-220</i>	<i>7-8</i>	<i>2</i>
<i>Steel Shot</i>	<i>7-200</i>	<i>8</i>	<i>7</i>
<i>Volcanic Sand</i>	<i>12-120</i>	<i>5.5-6.5</i>	<i>1.6</i>
<i>Steel grid</i>	<i>10-235</i>	<i>8-9</i>	<i>7</i>

sumber: Momber,2008

### 2.2.10 Pengujian Salt Spray

Pengujian Salt spray adalah pengujian terhadap spesimen dengan cara menyemburkan cairan NaCl ke spesimen dengan bantuan pompa angin dan pompa air. Tujuan dari pengujian ini antara lain untuk mensimulasikan di dalam laboratorium sifat korosi suatu produk, yang mana sifat korosi tersebut digunakan dalam acuan apakah prosuk memenuhi syarat layak atau tidak. Selain itu pengujian *salt spray* juga untuk mempercepat laju korosi yang terjadi. Biasanya untuk pengujian 33 produk-produk baru misalnya *metallic coating material*, *new painting*

*coating material* dsb. Pengujian *salt spray* tidak dapat sepenuhnya mewakili laju korosi dari suatu spesimen karena di kondisi lingkungan akan banyak sekali komponen yang akan mempengaruhi laju korosi dari spesimen tersebut. Namun pada ASTM B117 di jelaskan bahwa pengujian *salt spray* dapat mewakili dari kondisi *splash zone* yang sangat korosif yang mana simulasi yang di buat menyerupai dari kondisi *splash zone*. Hasil dari data-data pengujian kabut garam secara luas digunakan untuk spesifikasi data pengujian suatu produk, *technical literature* sebagai standar penerimaan komponen untuk konsumen. Standar uji dalam pengujian ini adalah ASTM B117, atau JIS K5400. Kedua standart tersebut di gunakan untuk mensimulasikan *splash zone* dan mengatur mulai dari kadar garam yang di gunakan hingga posisi material yang akan di uji.

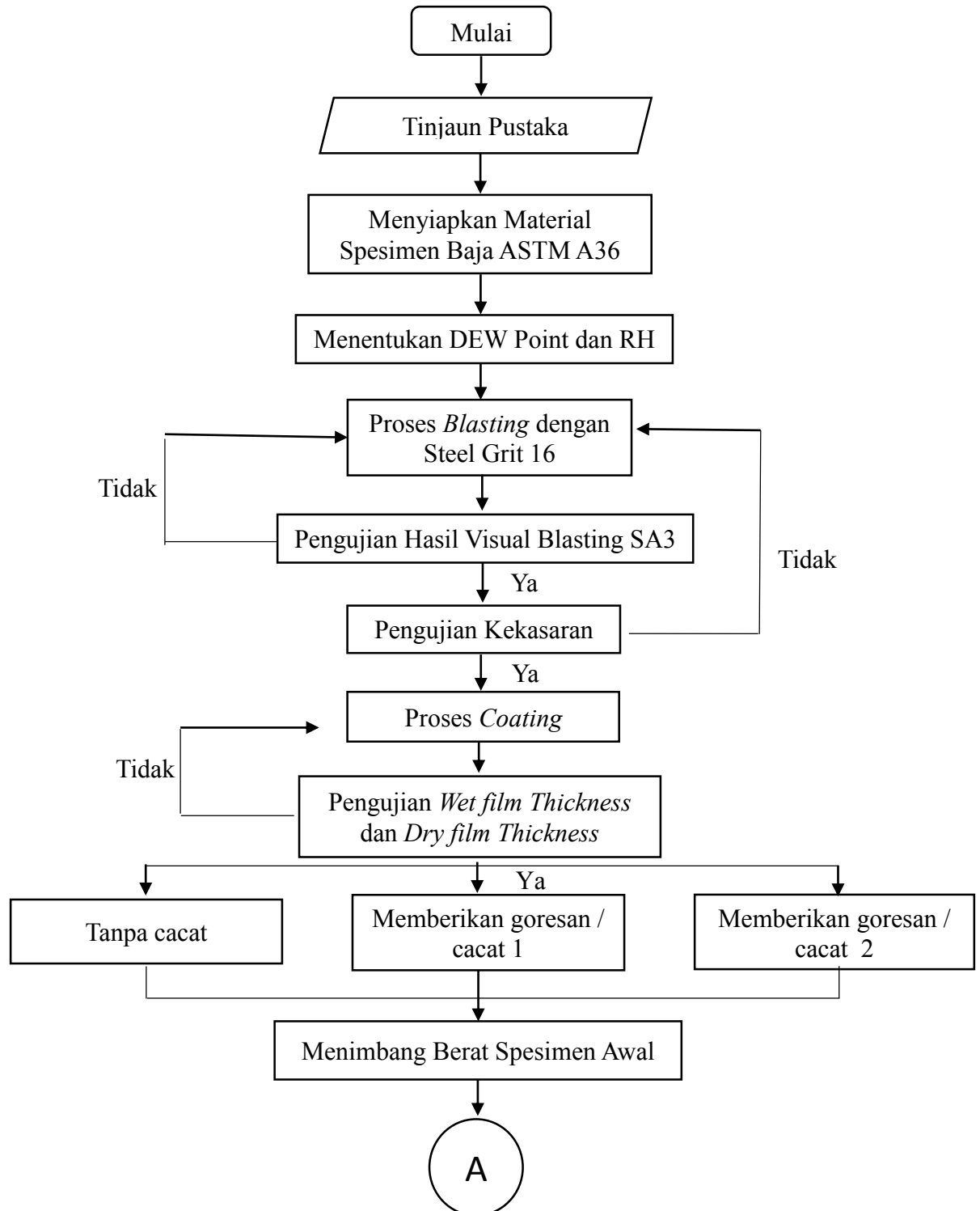
*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

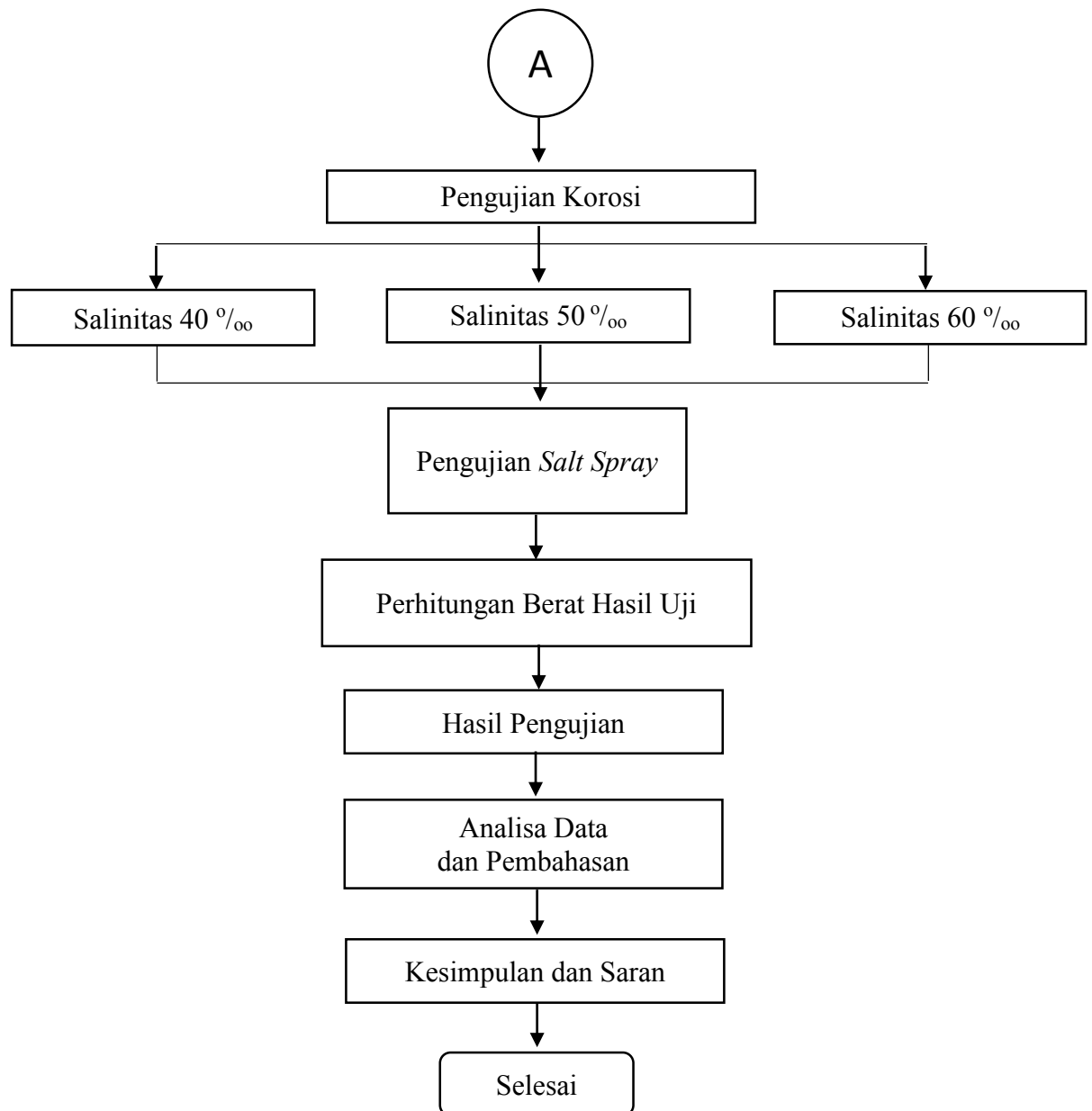
## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Dalam mempermudah evaluasi perkembangan penelitian untuk tugas akhir, maka perlu dibuatnya diagram alir pengerjaan. Secara garis besar pengerjaan tugas akhir ini dapat di jelaskan pada digaram alir sebagai berikut:





**Gambar 3.1** Diagram alir pengerjaan tugas akhir

### 3.2 Prosedur Dalam Penelitian

Langkah yang tertera pada diagram dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tinjauan pustaka

Tugas akhir ini dalam pengerjaannya diawali dengan pendalaman materi-materi mengenai *blasting*, *coating*, *salt spray* dan metode *weight loss*. Pendalaman materi terdapat pada buku, jurnal, ataupun laporan tugas akhir pendahulu dengan pembahasan atau pokok permasalahan yang berhubungan dengan tugas akhir ini. Pendalaman yang ada pada buku,

jurnal ataupun laporan tugas akhir digunakan sebagai referensi untuk memperkaya khasanah ilmu tugas akhir ini.

## 2. Persiapan Material Uji

Pada tahap persiapan material uji terdapat peralatan, bahan dan lokasi penelitian yang di gunakan dan di pakai untuk membuat spesimen seperi yang di inginkan. Berikut adalah deskripsi alat penelitian yang digunakan :

Alat-alat penelitian:

- a. Mesin pengaduk cat
- b. Alat cat (*air spray gun*)
- c. Rounness meter
- d. *Spychrometer* (termometer *wet* dan *dry*)
- e. Alat *dry abrasive blast cleaning*
- f. Alat ukur WFT (*wet film comb*)
- g. Alat ukur DFT (*coating thickness gauge*)
- h. Tabung ukur
- i. Timbangan berat badan
- j. Timbangan jarum
- k. Timbangan super peka dengan ketelitian 4 angka di belakang koma pada satuan gram.
- l. Ember besar 45 liter

Berikut adalah rincian Bahan yang digunakan dalam penelitian:

- a. Plat baja A36 (50 mm x 100 mm x 10 mm) untuk blasting
- b. Plat baja A36 (50 mm x 40 mm x 10 mm) untuk salt spray
- c. Material abrasif jenis *steel grid* 16
- d. Cat Epoxy Glass Flake 35870 (Humpel and NACE Standart RP0178)
- e. NaCL

Berikut adalah lokasi penelitian yang digunakan dalam penelitian:

- a. CV. Cipta Agung (JL. Rungkut Industri IX No. 24-26)
- b. Departemen Teknik Kelautan – FTK – ITS
- c. Departemen Teknik Material dan Metarulugi – FTI – ITS
- d. Departemen Teknik Mesin – FTI – ITS



Pada tahap persiapan material uji juga akan dilakukan pemotongan spesimen uji. Pemotongan yang dilakukan sebanyak 9 material uji dengan dimensi awal 50 mm x 100 mm. dimensi 50 mm x 100 mm digunakan untuk memudahkan proses blasting. Proses blasting yang menyemburkan material abrasive membutuhkan luasan yang cukup lebar pada material uji (Norsok,1994).



**Gambar 3.2** Spesimen yang sudah jadi berdimensi 50 mm x 100 mm  
Selanjutnya setelah di lakukan blasting dan pengecatan persiapan material uji yang ke 2 kedua yaitu berdimensi 40 mm x 50 mm, perbedaan luasan material ini karena di lakukan perhitungan *weight loss* yang di dapat dari hasil pengujian *salt spray*. Berikut adalah material spesimen 40 mm x 50 mm.



**Gambar 3.3** Spesimen yang sudah jadi berdimensi 50 mm x 100 mm

3. Menentukan DEW point dan RH

Proses ini di peruntukan untuk mengukur suhu ruangan dan kelembapan pada ruangan. Proses ini dilakukan agar proses blasting dan *coating* tidak

terjadi pengembunan pada material. Prosedure menentukan DEW point dan RH harus sesuai dengan technical data sheet yang diperoleh dari penyuplai *coating*. Langkah-langkah untuk mengetahui nilai DEW point dan RH adalah sebagai berikut:

- a. Menggunakan alat *psychrometer* yang bentuknya seperti termometer.
- b. *Psychrometer* memiliki 2 ujung bernama *dry bulb* dan *wet bulb*, kemudian pada termometer *wet bulb* harus dibasahi terlebih dahulu sebelum di pakai.
- c. Putar *Psychrometer* selama  $\pm 1$  menit hingga  $\pm 5$  menit untuk mendapatkan hasil maksimal.
- d. Setelah di dapatkan hasil suhu basah dan kering tahap selanjutnya adalah menggunakan tabel DEW POINT.
- e. Cara menggunakan tabel DEW POINT adalah dengan mengurangkan hasil yang di dapat dari *Dry bulb* dan *Wet bulb* yang kemudian jumlah itu di masukkan ke dalam tabel
- f. Setelah di dapat nilai dari pengurangan *Dry bulb* dan *Wet bulb* selanjutnya mengurutkan angka yang didapat dari Dry bulb pada sisi kiri kemudian tarik kekanan dan samakan dengan hasil pengurangan sebelumnya.



**Gambar 3.4** Alat *psychrometer*

sumber: <http://www.tech-faq.com/psychrometer.html>

Comparison of Dry - Wet Bulb Temperature												
Dry Bulb	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
24.5	98	92	86	80	74	67	60	53	46	39	32	25
25.5	99	93	87	81	75	68	61	54	47	40	33	26
26.5	100	94	88	82	76	69	62	55	48	41	34	27
27.5	100	95	89	83	77	70	63	56	49	42	35	28
28.5	100	96	90	84	78	71	64	57	50	43	36	29
29.5	100	97	91	85	79	72	65	58	51	44	37	30
30.5	100	98	92	86	80	73	66	59	52	45	38	31
31.5	100	99	93	87	81	74	67	60	53	46	39	32
32.5	100	100	94	88	82	75	68	61	54	47	40	33
33.5	100	100	95	89	83	76	69	62	55	48	41	34
34.5	100	100	96	90	84	77	70	63	56	49	42	35
35.5	100	100	97	91	85	78	71	64	57	50	43	36
36.5	100	100	98	92	86	79	72	65	58	51	44	37
37.5	100	100	99	93	87	80	73	66	59	52	45	38
38.5	100	100	100	94	88	81	74	67	60	53	46	39
39.5	100	100	100	95	89	82	75	68	61	54	47	40
40.5	100	100	100	96	90	83	76	69	62	55	48	41
41.5	100	100	100	97	91	84	77	70	63	56	49	42
42.5	100	100	100	98	92	85	78	71	64	57	50	43
43.5	100	100	100	99	93	86	79	72	65	58	51	44
44.5	100	100	100	100	94	87	80	73	66	59	52	45
45.5	100	100	100	100	95	88	81	74	67	60	53	46
46.5	100	100	100	100	96	89	82	75	68	61	54	47
47.5	100	100	100	100	97	90	83	76	69	62	55	48
48.5	100	100	100	100	98	91	84	77	70	63	56	49
49.5	100	100	100	100	99	92	85	78	71	64	57	50
50.5	100	100	100	100	100	93	86	79	72	65	58	51
51.5	100	100	100	100	100	94	87	80	73	66	59	52
52.5	100	100	100	100	100	95	88	81	74	67	60	53
53.5	100	100	100	100	100	96	89	82	75	68	61	54
54.5	100	100	100	100	100	97	90	83	76	69	62	55
55.5	100	100	100	100	100	98	91	84	77	70	63	56
56.5	100	100	100	100	100	99	92	85	78	71	64	57
57.5	100	100	100	100	100	100	93	86	79	72	65	58
58.5	100	100	100	100	100	100	94	87	80	73	66	59
59.5	100	100	100	100	100	100	95	88	81	74	67	60
60.5	100	100	100	100	100	100	96	89	82	75	68	61

**Gambar 3.5** Tabel DEW point dan RH

#### 4. Proses blasting

Pada proses blasting, tingkat kebersihan yang ingin dicapai adalah SA 3 jika menggunakan standart ISO-8501-1 atau SP 5 jika menggunakan panduan SSPC-SP . Pembersihan permukaan baja ASTM 36 menggunakan material abrasif *steel grid* 16.

Berikut adalah langkah-langkah melakukan proses blasting ini:

- Memasukkan material blasting ke dalam alat blasting.
- Setelah material di masukkan atur tekanan compresor pada  $\pm 7$  bar.
- Pakailah *safety shoes* dan baju pelindung agar percikan material abrasif tidak mengenai badan.
- Selanjutnya lakukan penyemprotan material abrasif ke pada material dengan jarak 15 cm hingga 25 cm.
- Amati warna material sesuai tingkat kebersihan yang di inginkan.
- Apabila belum memenuhi lagi maka lakukan proses d kembali.

Adapun peralatan dan bahan yang harus disiapkan seperti gambar 3.6, gambar 3.7, gambar 3.8, dan gambar 3.9



**Gambar 3.6** Steel grit 16



**Gambar 3.7** Alat blasting



**Gambar 3.8** Nilai tekanan kompresor

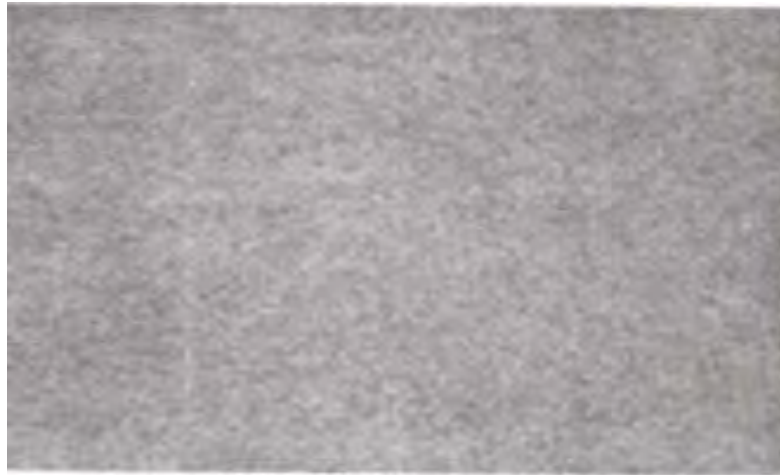


**Gambar 3.9** Baju pelindung



5. Inspeksi visual setelah *Blasting*

Pada tahap Inspeksi Visual tidak ada alat yang digunakan hanya mengandalkan indra penglihatan dengan membandingkan hasil blasting dengan SSPC- VIS 1 – Guide and Reference Photographs for Steel Surface Prepared by Dry Abrasive Blast Cleaning dan ISO 8501-1, apabila secara visual tidak sama dengan standart tadi maka harus dilakukan blasting ulang. Jika spesimen sudah sesuai dengan standart maka akan di lanjutkan dengan pengujian kekasaran permukaan.



**Gambar 3.10** Tingkat kebersihan Sa 3

sumber: ISO 8501-1

6. Pengujian Kekasaran Permukaan

Setelah dilakukan inspeksi visual, spesimen diuji kekasaran permukaannya dengan alat *roughness meter*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan standart ASTM D4417.

Adapun langkah-langkah dalam melakukan pengujian ini antara lain :

- a. Menyiapkan peralatan uji seperti *roughness meter*, kaca ukuran 5 x 3 cm dan spesimen yang akan di uji.
- b. Mengkalibrasikan alat *roughness meter* dengan cara meletakkan alat uji ke atas kaca sampai menunjukkan angka 0.
- c. Setelah dilakukan proses kalibrasi, *roughness meter* diletakan diatas spesimen yang akan di uji.
- d. Langkah-langkah diatas dilakukan pada 3 titik tiap spesimen, kemudian dilakukan perhitungan rata-rata sebagai angka profil permukaan.



**Gambar 3.11** Kalibrasi *roughness meter*



**Gambar 3.12** Pengukuran kekasaran menggunakan *roughness meter*

## 7. Proses *Coating*

Pengecatan dilakukan dengan menggunakan bahan epoxy glass flake.

Proses pengecatan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan cat yang akan digunakan dengan mencampur komponen- komponen cat dengan *thinner*, lalu cat diaduk hingga tercampur dengan sempurna.
- b. Siapkan tabung *air spray gun*
- c. Campurkan cat sebesar 3:1 *by volume* (3 untuk hardener dan 1 untuk epoxy) sesuai dengan technical data sheet dari hempel.
- d. Masukkan cat ke dalam tabung *air spray gun*
- e. Melakukan semprotan (*spray*) beberapa kali pada kertas ataupun media lain untuk mendapatkan konsistensi bentuk *spray*. Jika perlu, lakukan penyesuaian tekanan udara atau kekentalan cat.
- f. Tempatkan sampel panel pada *panel holder*, dan pegang spray gun dengan jarak 25-30 cm dari permukaan sampel panel. Lakukan gerakan *spray* dengan kecepatan 25-40 cm/detik.



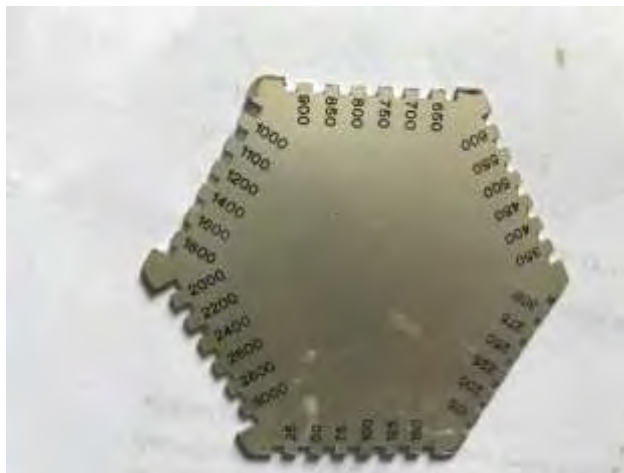
**Gambar 3.13** Alat penyemprotan *coating air spray gun*



#### 8. Pengujian *Wet film Thickness*

Pengujian ini dilakukan saat cat masih dalam keadaan basah. Pengujian ini dilakukan dengan metode sesuai standar ASTM D4414. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketebalan cat saat basah dengan menggunakan *wet film comb*. Berikut adalah prosedur pelaksanaan dari pengujian *wet film thickness*:

- Alat *wet film comb* dibersihkan terlebih dahulu sebelum di gunakan dan pastikan dalam keadaan kering.
- Pilih angka ketebalan basah yang ingin di capai yaitu 400  $\mu\text{m}$ .
- Wet film comb* diletakan pada cat yang masih basah kemudin di tekan dengan sudut  $90^\circ$  atau tegak lurus dengan permukaan spesimen.
- Setelah ditekan pada material uji maka letakkan *wet film comb* ke permukaan kertas. Kemudian dari kertas yang terkena cat di cocok kan angkanya dengan *wet film comb*.
- Hindarilah pengukuran berulang selama cat masih basah karena bisa membuat permukaan cat tidak rata.



**Gambar 3.14** *Wet film comb*

#### 9. Pengujian *Dry Film Thickness*

Sesuai dengan standart ASTM D4138 pengujian ini harus dilakukan untuk mengukur ketebalan cat setelah kering, pengujian ini biasa disebut DFT (*Dry Film Thickness*). Berikut langkah langkah dalam pengujian *Dry Film Thickness*:

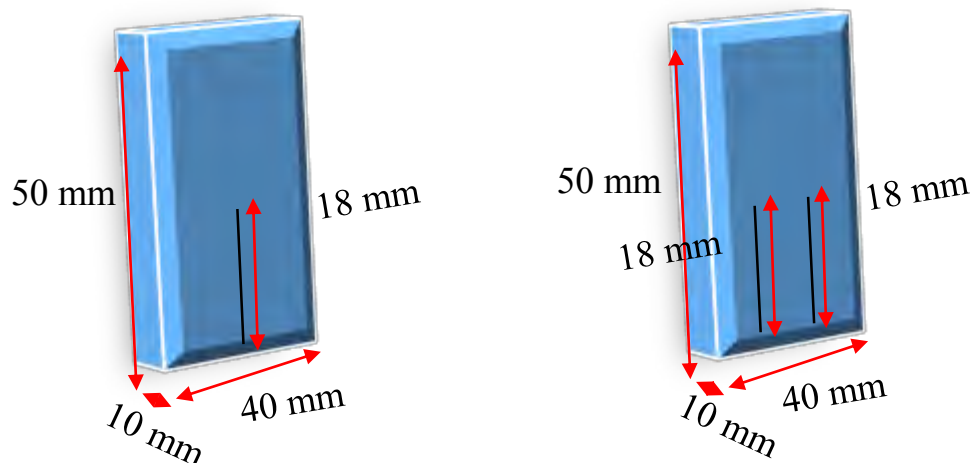
- a. Setelah lapisan film cat dikeringkan sesuai dengan durasi yang tercantum dari *data sheet* dengan media udara, dilakukan pengukuran tebal film kering (DFT) sesuai dengan standar ASTM D-1186 pada spesimen.
- b. Pengukuran dilakukan dengan cara meletakkan *coating thickness gauge* di 5 area pada spesimen. Setiap area dilakukan pengukuran di 3 titik.
- c. Kemudian dilakukan perhitungan rata-rata untuk mendapatkan angka ketebalan film kering (DFT).
- d. Lakukan spray ulang pada waktu *overcoat interval*, jika ketebalan film kering di bawah tebal yang diinginkan yaitu sebesar 350  $\mu\text{m}$ .



**Gambar 3.15** Proses pengukuran *DFT*

#### 10. Memberikan cacat

Pemberian cacat pada *coating* berupa goresan. Goresan di samakan dalam bentuk polanya. Cacat pada variasi pertama dengan 1 goresan dari luas spesimen sebesar 2,7%, kemudian cacat dengan 2 goresan sebesar 5,4 %. Perhitungan besar cacat gores agar sama yaitu menggunakan persentase dari luas goresan di bagi dengan luas total material yang mana besar prosentase di jelaskan di pembahasan sebelumnya.



**Gambar 3.16** Dimensi goresan pada permukaan spesimen

#### 11. Pengujian Salt Spray

Uji *salt spray* dilakukan untuk mengetahui ketahanan material dan *coating* ketika *coating* di berikan cacat. Selain itu uji salt spray dilakukan untuk mempercepat korosi dan mewakili dari kondisi *splash zone*. Berikut adalah alat dan bahan yang dibutuhkan:

- NaCL.
- Ember
- Air
- Timbangan Badan
- Timbangan Jarum

Setelah menyipkan peralatan dan bahan diatas maka Langkah – Langkah melakukan *salt spray* sebagai berikut:

- Isi ember dengan air sebanyak yang diperlukan dalam beberapa jam dengan ketentuan 1 jam sekitar 1-2 liter air yang dibutuhkan.
- Melakukan penimbangan berat air pada timbangan berat badan
- Melakukan penimbangan berat NaCL yang akan di masukkan ke dalam ember.
- Mengaktifkan *salt spray chamber*
- Spesimen diletakkan pada *salt spray chamber* dengan sudut antara 15°- 30° pada chamber dimana sesuai ASTM B117 – 11.
- Material di embunkan dengan kecepatan 1.0-2.0 l/h pada luas permukaan 20cm<sup>2</sup>.
- Spesimen di biarkan terpapar selama 96 jam.



**Gambar 3.17** Penimbangan berat air



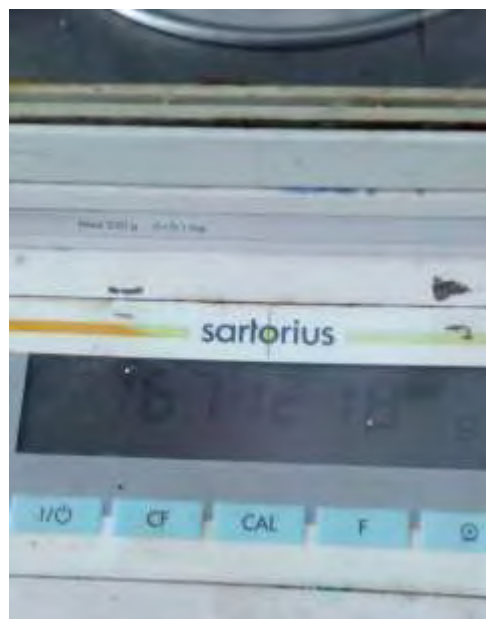
**Gambar 3.18** Penimbangan berat air

## 12. Analisa berat

Dilakukan analisa terhadap berat awal material yang sudah di berikan cacat dan setelah di lakukan *salt spray*. Jika berat akhir sama dengan awal maka bisa dilakukan pengujian *salt spray* ulang. Apabila masih sama maka dengan mengukur ketebalan awal dari *coating*. Sehingga bisa di dapatkan hasil yang lebih spesifik. Berikut adalah timbangan yang digunakan dalam menghitung berat specimen:



**Gambar 3.19** Timbangan spesimen dengan keakuratan 4 angka dalam belakang koma pada satuan gram.



**Gambar 3.20** Keakuratan timbangan saat pengujian

13. Lalu dilanjutkan dengan pembuatan kesimpulan yang sesuai dengan perumusan masalah dalam dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya sebagai penyempurnaan penelitian ini.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Berdasarkan diagram alir gambar 3.1 maka dapat dibuat rancangan penelitian sebagai berikut:

**Tabel 3.1** Rancangan penelitian

Jenis Cacat Coating	Salinitas	Pengujian Visual blasting	Pengujian kekasaran	Pengujian ketebalan	Pengujian Salt Spray
Tidak Ada Cacat	40 ‰	V	V	V	V
	50 ‰	V	V	V	V
	60 ‰	V	V	V	V
Cacat 1 Goresan	40 ‰	V	V	V	V
	50 ‰	V	V	V	V
	60 ‰	V	V	V	V
Cacat 2 Goresan	40 ‰	V	V	V	V
	50 ‰	V	V	V	V
	60 ‰	V	V	V	V

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Prosedur Dew Point dan RH

Prosedure Dew Point digunakan untuk menentukan titik embun air yang mana menyebabkan cat *epoxy* mengalami penurunan daya lekat pada besi dan membuat umur cat berkurang dari target yang ingin di capai. Besi yang mengalami pengembunan atau kondensat menjadi lebih korosif walaupun sudah di lakukan pembersihan seperti menggunkan gerinda ataupun blasting. Dalam dunia teknik biasanya, *relative humidity* diukur dalam satuan persen, dan batasan maksimumnya adalah 85% (Norsok, 1994). Jadi jika *relative humidity* kurang dari atau sama dengan 85% maka proses *blasting* dapat dilakukan, tetapi jika *relative humidity* lebih besar dari 85% maka proses *blasting* tidak boleh dilakukan karena tingkat kandungan uap air di udara terlalu besar yang akan mengakibatkan uap air menempel pada permukaan material. Jika uap air menempel pada permukaan material maka akan terjadi seperti yg sudah di jelaskan sebelumnya yaitu buruknya daya lekat cat dan korosi pada material.



**Gambar 4.1** Proses menggunakan alat *psychrometer* untuk menentukan *dew point* dan RH



Data yang di dapat dari pengukuran ini adalah sebagai berikut:

*Dry bulb temperature:* 33° C

*Wet bulb temperature:* 27° C

Pengurangan *dry bulb temperature* terhadap *Wet bulb temperature* mempunyai nilai  $33 - 27 = 6$ . Setelah angka pengurangan di dapat, kemudian dimasukkan ke dalam *Psychrometric Chart* tabel atau bisa menggunakan tabel seperti gambar 4.2.

DEW POINT dan RH TABEL													
DRY BULB	Comparison of Dry - Wet Bulb Temperature												
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	
24,5	96	92	88	84	81	77	75	70	66	63	60	56	
	24	23	22	22	21	20	19	19	18	17	16	15	
25	96	92	88	84	81	77	74	70	67	63	60	57	
	24	24	23	22	21	21	20	19	18	17	17	16	
25,5	96	92	88	85	81	77	74	70	67	64	60	57	
	25	25	23	23	22	21	20	20	19	18	17	16	
26	96	92	88	85	81	78	74	71	67	64	61	58	
	25	25	24	23	22	22	21	20	19	19	18	17	
26,5	96	92	89	85	81	78	74	71	68	64	61	58	
	26	25	24	24	23	22	22	21	20	19	18	18	
27	96	92	89	85	82	78	75	71	68	65	62	59	
	26	26	25	24	24	23	22	21	21	20	19	18	
27,5	96	92	89	85	82	78	75	72	68	65	62	59	
	27	26	25	25	24	23	23	22	21	20	20	19	
28	96	93	89	85	82	79	75	72	69	65	62	59	
	27	27	26	25	25	24	23	22	22	21	20	19	
28,5	96	93	89	86	82	79	75	72	69	66	63	60	
	28	27	26	26	25	24	24	23	22	21	21	20	
29	96	93	89	86	82	79	76	72	69	66	63	60	
	28	28	27	26	26	25	24	23	23	22	21	20	
29,5	96	93	89	86	82	79	76	73	70	66	63	61	
	29	29	27	27	26	25	25	24	23	23	22	21	
30	96	93	89	86	83	79	76	73	70	67	64	61	
	29	29	28	27	27	26	25	25	24	23	22	22	
30,5	96	93	89	86	83	79	76	73	70	67	64	61	
	30	30	29	28	27	26	26	25	24	24	23	22	
31	96	93	90	86	83	80	77	73	70	67	64	62	
	30	30	29	28	28	27	26	26	25	24	23	23	
31,5	96	93	90	86	83	80	77	74	71	68	65	62	
	31	30	30	29	28	28	27	26	25	25	24	23	
32	97	93	90	86	83	80	77	74	71	68	65	62	
	31	31	30	29	29	28	27	27	26	25	25	24	
33	97	93	90	87	83	80	77	74	71	69	66	63	
	32	32	31	30	30	29	29	28	27	26	26	25	
34	97	93	90	87	84	81	78	75	72	69	66	64	
	33	33	32	31	31	30	29	29	28	27	27	26	
35	97	93	90	87	84	81	78	75	72	70	67	64	
	34	34	33	32	32	31	31	30	29	29	28	27	
36	97	93	90	87	84	81	78	76	73	70	67	65	
	35	35	34	33	33	32	32	31	30	30	29	28	
37	97	94	91	87	85	82	79	76	73	70	68	65	
	36	36	35	35	34	33	33	32	31	31	30	29	
38	97	94	91	88	85	82	79	76	74	71	69	66	
	37	37	36	36	35	34	34	33	32	32	31	30	
39	97	94	91	86	85	82	79	77	74	71	69	66	
	38	38	37	37	36	35	35	34	33	33	32	31	
40	97	94	91	88	85	82	80	77	74	72	69	67	
	39	39	38	38	37	36	35	35	34	34	33	33	

**Gambar 4.2** Tabel DEW POINT DAN RH

Hasil menggunakan Tabel DEW POINT dan RH:

DEW POINT = 25°C

RH = 63%

Cara menggunakan tabel ini adalah dengan mengurangi hasil yang di dapat dari *Dry bulb* dan *Wet bulb* kemudian hasil pengurangan tersebut di masukkan dalam tabel. Nilai ini sudah memenuhi standart yang di ijinan yaitu RH harus  $\leq 85\%$ . Apabila lebih dari itu proses blasting tidak bisa di lakukan. Karena nilai dari RH memenuhi maka proses blasting bisa di lanjutkan.

## **4.2. Proses *Blasting***

### **4.2.1. Hasil proses *blasting***

Pada proses *blasting* menggunakan metode *dry abrasive cleaning*, yang mana metode ini memiliki beberapa keuntungan antara lain yaitu lebih ekonomis dan hasil yang di dapat juga baik. Pada bangunan lepas pantai blasting merupakan salah satu proses yang wajib di lalui oleh semua struktur yang akan di *coating* untuk menghasilkan daya lekat yang baik antara material dengan cat. Menurut Nugroho Carolus T. (2016) mengatakan bahwa pengaruh *surface preparation* terhadap keberhasilan *coating* adalah 80%.

Proses blasting menggunakan material abrasif steel grit 16. Tingkat kebersihan yang ingin di capai dalam proses blasting adalah SA 3 (ISO 8501-1). Berikut adalah spesimen sebelum di blasting dan sesudah:



**(a)**



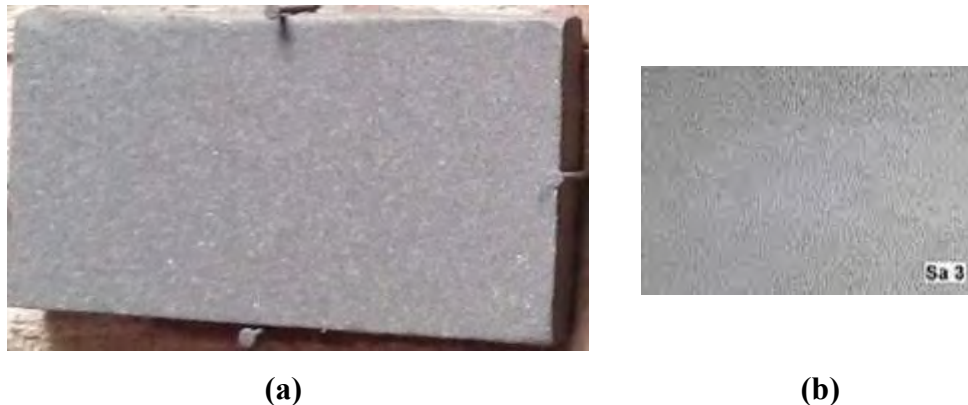
**(b)**

**Gambar 4.3 (a)** Hasil material sebelum di lakukan blasting (b) material sudah dilakukan Blasting

### **4.2.2 Inspeksi Visual Blasting**

Inspeksi visual hasil *blasting* dilakukan untuk menyakinkan apakah material yang telah di *blasting* sesuai dengan tingkat kebersihan yang ingin dicapai. Visual

*blasting* yang ingin di capai yaitu tingkat kebersihan SA 3 (ISO 8501-1). Adapun cara untuk melakukan pengujian ini adalah membandingkan material yang telah di *blasting* secara kasat mata dengan standard visual yang tertera pada SSPC-VIS 1 - *Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Preparedby Dry Abrasive Blast Cleaning*. Hasil inspeksi visual dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 4.4 (a)** Hasil material sesudah di lakukan blasting **(b)** Panduan Kebersihan SA 3 (ISO 8501-1) yang tertera pada SSPC-VIS 1 - *Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Preparedby Dry Abrasive Blast Cleaning*.

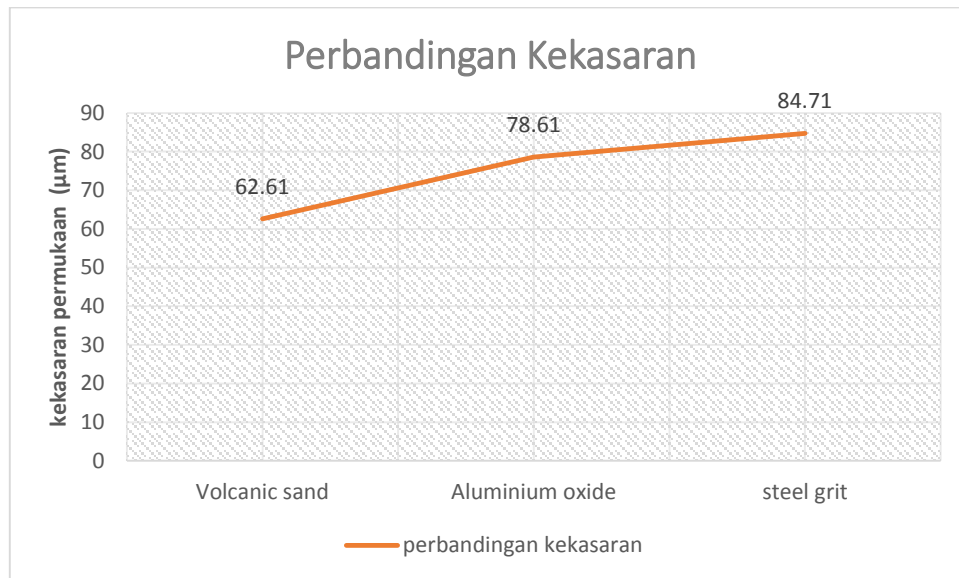
Dari hasil pengujian ini, didapat material yang sudah mengalami proses blasting telah mencapai tingkat kebersihan SA 3 (ISO 8501-1). Ciri – ciri suatu material yang sudah mencapai tingkat kebersihan SA 3 adalah berwarna *white metal*. Selain itu SA 3 atau *white metal* memiliki permukaan yang bersih dari minyak, grease, debu, mill scale, karat, dan bekas cat lama. Pada tingkat kebersihan ini pula material akan memunculkan warna aslinya. Tingkat SA 3 pula lah tingkat yang paling bersih diantara yang lain. Apabila material sudah mencapai tingkat kebersihan SA 3, maka selambat lambatnya selama 2-3 jam setelah di blasting, material harus segera di beri *coating*. Apabila dalam rentang waktu 2-3 jam belum juga di berikan lapisan *coating* maka material harus di blasting ulang karena sudah terkontaminasi zat pengotor dan hal hal yang tidak di inginkan.

#### **4.3 Pengujian Kekasaran Permukaan**

##### **4.3.1 Hasil pengujian kekasaran**

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kekasaran material setelah di lakukan proses blasting dan Inspeksi secara visual tingkat kebersihannya.

Tingkat kekasaran material di ukur menggunakan *roughness meter*. Menurut Nugroho Carolus T. (2016) yang telah melakukan pengujian blasting menggunakan material abrasif yang berbeda berbeda beda membuat tingkat kekasaran yang di peroleh setiap material dengan variasi material blasting hasilnya berbeda beda pula tergantung dari tingkat kekerasan dari material abrasif yang digunakan. Berikut adalah Hasil Penelitian sebelumnya yang akan ditunjukkan oleh gambar 4.5.



**Gambar 4.5** Grafik nilai kekasaran permukaan berdasarkan kekerasan material abrasif.

Dan dalam penelitian ini membuktikan ulang hasil yang diperoleh sebelumnya oleh Nugroho Carolus T. (2016) Bahwa Tingkat kekerasan yang dimiliki oleh material abrasif sangat mempengaruhi nilai kekasaran dari material. Berikut adalah hasil nilai kekasaran permukaan yang ditunjukkan pada table 4.1

**Tabel 4.1** Hasil pengujian kekasaran permukaan

SPESIMEN	KEKASARAN
a1	116 micron
a2	104 micron
a3	108 micron
b1	92 micron
b2	100 micron
b3	106 micron
c1	106 micron
c2	98 micron
c3	100 micron

Namun hasil penilitain yang di lakukan kali ini lebih tinggi tingkat kekasaran dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya yang di lakukan oleh Nugroho Carolus T.(2016) yang mana kekerasan rata rata hanya mencapai 84,71 micron. Penyebab utama perbedaan tingkat kekasaran material selain dari ukuran mesh adalah waktu terpaparnya material. Ukuran mesh yang sama namun lama proses blasting beda maka tingkat kekasaran material juga berbeda. Hal ini juga sesuai dengan penelitian sebelumnya yang di lakukan oleh Bangun Wira P. (2016) tentang pengaruh waktu terhadap tingkat kekasaran, yang mana waktu mempengaruhi nilai kekasaran dari material yang telah diblasting.

#### **4.4 Proses Coating**

Pada proses *coating* ada beberapa hal yang harus dilakukan pengecekan terlebih dahulu. Seperti data sheet dari cat yang berisi *mixing ratio* dan *curing time*. Setelah itu peralatan yang akan di gunakan seperti *Air spray gun*, dan *Air Blotter Check* dan tekanan kompresor tangki. Selain alat kemampuan dalam mengoperasikan alat tersebut juga mempengaruhi hasil akhir yang akan dicapai sehingga ketelitian dan kehati- hatian menjadi hal yang utama bagi operator. Berikut adalah technical sheet yang di peroleh dari perusahaan hempel's cat:

##### **a. Spesifikasi cat**

Jenis cat yang di gunakan dalam penelitian ini adalah *epoxy glass flake primer* (Hempel's Hempadur Multi-Strength GF 35870), yang mana cat ini direkomendasikan digunakan pada kondisi yang abrasif tinggi korosi seperti splash zone, Jetty pillings dan working decks. Ciri-ciri cat ini berwarna gelap dan sangat keras.

##### **b. Mixing Ratio**

Pada technical data sheet yang di dapat dari perusahaan memiliki *mixing ratio* 1:3 by volume dengan artian perbandingan cat dengan *hardness* atau pengeringnya memiliki 1 untuk cat dan 3 untuk *hardness* berdasarkan volumenya. Mixing ratio setiap cat bebrbeda beda tergantung dari jenis cat yang yang digunakan. Jenis *hardness* yang digunakan adalah *Curing Agent* 98870. Selain mencampurkan kedua cat primer dan hardness juga menambahkan *thinner* berjenis 08450 sebanyak 5% dari volume total.

c. *Volume Solid*

*Volume solid* merupakan presentase ketebalan lapisan cat saat basah terhadap lapisan cat saat kering. Volume solid dari tiap cat memiliki presentase yang berbeda-beda dan dapat di lihat dari technical data sheet yang diberikan. Volume solid mempunyai peran penting dalam menentukan ketebalan yang ingin di capai. Dalam data terlampir apabila telah mencapai 400  $\mu\text{m}$  ketika basah dan 350  $\mu\text{m}$  ketika kering. Sehingga cat jenis *epoxy glass flake* (Hempel's Hempadur Multi-Strength GF 35870) memiliki *volume solid* sebesar 87,5%.

d. *Curing Time*

*Curing Time* merupakan waktu yang dibutuhkan cat untuk mengering sepenuhnya. Dalam mengklasifikan kering yang sepenuhnya terdapat 3 jenis tahap *curing time* untuk bisa kering sepenuhnya yaitu sebagai berikut:

1. *Surface – dry*

*Surface - dry* merupakan kondisi dimana cat dapat di pindahkan dan diangkut tanpa menyentuh dan mengakibatkan kerusakan pada permukaan cat. Waktu ini membutuhkan waktu sekitar 4 jam pada suhu 20° C.

2. *Dry to touch*

*Dry to touch* merupakan kondisi dimana cat sudah bisa di sentuh dan di permukaan cat sudah kering. Untuk mencapai *dry to touch* membutuhkan waktu sekitar 6 jam pada suhu 20° C.

3. *Fully cured*

*Fully cured* merupakan kondisi dimana cat benar benar sudah kering sepenuhnya dan siap untuk diaplikasikan.

Pada proses pengecekan alat terdapat 2 alat yang digunakan ketika memakai metode *airless spray* yaitu *Air spray gun*, dan *Air Blotter Check*. Pengecekan pada alat *Air spray gun* hanya membersihkan dengan thinner agar tidak ada cat yang tersisa ketika pemakaian sebelumnya. Selain itu pengecekan *Air Blotter Check* hampir sama yaitu membersihkan sisa cat pada penggunaan sebelumnya menggunakan thinner. Pembersihan itu digunakan untuk memastikan aliran cat bisa mengalir dengan baik.

#### 4.4.1. Pengujian *Wet Film Thickness* (WFT)

Pengujian *wet film Thickness* Untuk mendapatkan ketebalan cat yang diinginkan yang mana sesuai dengan data sheet pada cat, maka selama proses aplikasi cat harus dilakukan pengujian *wet film thickness*. *Wet Film Thickness* merupakan proses pengecekan ketebalan cat ketika dalam keadaan cat yang masih basah. Untuk melakukan pengujian ini alat yang dipakai adalah *wet film comb*. Adapun rumus yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

$$volume\ solid\ (\%) = \frac{Dry\ Film\ Thickness}{Wet\ Film\ Thickness} \dots\dots\dots(4.1)$$

Nilai presentase volume solid dapat di ketahui dari technical sheet data tiap jenis cat yang mana sudah di bahas diatas. Untuk ketebalan cat rata-rata yang ingin dicapai adalah minimal 350  $\mu\text{m}$ . Berikut adalah tabel 4.2 hasil perhitungan *Wet Film Thickness*.

**Tabel 4.2** Perhitungan *wet film thicnkness*

jenis Cat	<i>Wet film thickness</i>	<i>Volume solid</i>	<i>Dry film thickness</i>
epoxy glass flake	400 $\mu\text{m}$	87,50%	350 $\mu\text{m}$

Pada *technical data sheet* (terlampir) untuk bisa mencapai tingkat *dry thickness* 350  $\mu\text{m}$  maka nilai yang harus di peroleh pada pengujian wet minimal 400  $\mu\text{m}$ . Karena tingkat *volume solid* dari cat sebesar 87,5%.

#### 4.4.2. Hasil Proses Coating

Proses *coating* dilakukan setelah melakukan serangkaian aktivitas seperti inspeksi visual hasil *blasting* dan pengukuran nilai kekasaran permukaan. Rentang waktu maksimal yang dianjurkan ketika sudah di *blasting* adalah 2-3 jam setelah proses *blasting*. Material yang sudah melewati 2-3 jam setelah di blasting Tidak dianjurkan melakukan proses *coating* melebihi rentang waktu tersebut. Ini dikarenakan jika dilakukan proses *coating* lebih dari 2-3 jam tersebut maka material sudah memiliki zat pengotor seperti debu, dan uap air. Zat pengotor akan menempel pada permukaan material. menempelnya zat pengotor pada material akan membuat terbentuknya rongga kecil antara permukaan material dengan lapisan cat, sehingga mekanisme *mechanical interlocking* akan sulit terbentuk dan hal tersebut akan menyebabkan masa pakai cat (*life time*) tidak sesuai dengan yang diharapkan.

Proses *coating* sebaiknya menggunakan persis seperti yang tertera pada technical data sheet. Seperti menentukan *dew point* dan RH. Seperti pembahasan sebelumnya *dew point* sangat mempengaruhi hasil *coating* terutama pada life time dari *coating*. Proses *coating* disarankan tidak boleh dilakukan apabila cuaca sedang hujan ataupun suhu yang kurang dari *dew point* karena hal tersebut dapat mempengaruhi hasil *coating*, dan juga bisa membuat cacat pada hasil *coating*. Untuk pengecatan dengan cat *primer epoxy glass flake* ditunjukkan pada gambar 4.6 dengan hasil sebagai berikut:



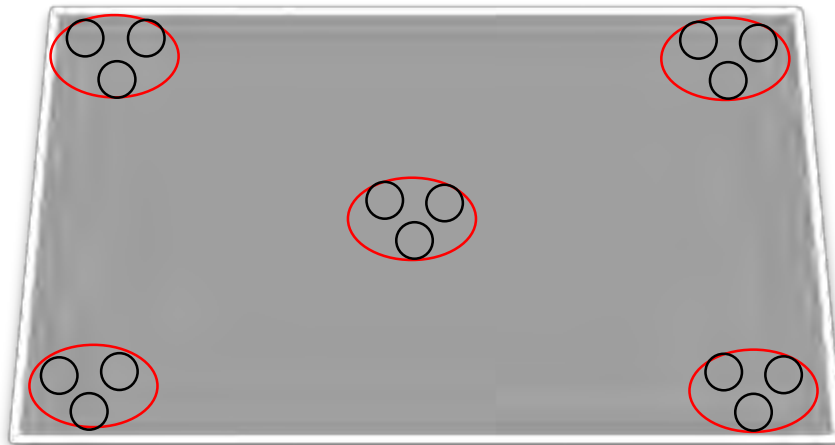
**Gambar 4.6** Material yang telah di *coating* menggunakan *epoxy glass flake*

#### **4.5 Pengujian Dry Film Thickness**

Pengujian dry film thickness dilakukan untuk mengetahui ketebalan *coating* Setelah spesimen kering dengan media udara. Alat yang digunakan untuk pengujian ini disebut *coating thickness gauge* yang mana gambar telah di lampirkan pada metode penelitian. Pengukuran dilakukan dengan cara meletakkan *coating thickness gauge* di 5 area pada spesimen yang memiliki luasan 1m<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa setiap 1 m<sup>2</sup> spesimen uji harus di tinjau pada lima bidang yaitu tengah, pojok kanan atas, pojok kanan bawah, pojok kiri atas, dan pojok kiri



bawah. Kemudian Setiap area dilakukan pengukuran di 3 titik. Kemudian dilakukan perhitungan rata-rata untuk mendapatkan angka ketebalan film kering (DFT). Berikut adalah gambar 4.7 dari 5 area dan 3 titik pada pengujian *dry film thickness*.



**Gambar 4.7** Ilustrasi 5 area dan 3 titik dalam satu area pada pengujian *dry film thickness*.

Ketebalan lapisan cat sebaiknya disesuaikan dengan *technical data sheet coating*, karena jika lapisan cat terlalu tebal maka tidak ada jaminan bahwa *coating* tersebut dapat melindungi material sesuai kurun waktu yang diinginkan. Karena semakin tebal suatu lapisan cat, resiko kegagalan *coating* yang diterima akan lebih besar. Kegagalan-kegagalan apabila *coating* terlalu tebal antara lain:

a. *Drying Trouble*

*Drying Trouble* merupakan proses pengeringan lapisan cat yang tidak sempurna dikarenakan lapisan cat yang terlalu tebal, dan proses pengecatan dilakukan pada kondisi yang terlalu rendah dan lembab. Ada beberapa cara untuk mencegah terjadinya *drying trouble* antara lain:

1. mengaplikasikan sesuai dengan yang direkomendasikan dari *technical data sheet*
2. menghindari pengecatan pada suhu rendah dan lembab  
pengaplikasian pada suhu rendah memang berdampak buruk pada lapisan cat hal ini sudah dijelaskan pada pembahasan menentukan *dew point* dan RH sebelum dilakukan proses *coating*. Selain itu pastikan sirkulasi udara berjalan baik selama proses pengecatan.

Sedangkan untuk perbaikan pengecatan yang mengalami *drying trouble*, adalah dengan mengatur sistem udara dan meletakkan material di daerah yang memiliki suhu sedang dan tidak lembab namun hindari pemanasan yang terlalu berlebihan untuk menghindari terjadinya wrinkling pada lapisan cat.

b. *Blistering*

*Blistering* merupakan penggelembungan cat pada permukaan yang disebabkan oleh lapisan cat yang terlalu tebal, dan interval waktu antara proses pelapisan satu dengan pelapisan kedua yang terlalu cepat. Pencegahan agar tidak terjadi *blistering* adalah dengan memastikan permukaan yang akan dicat dalam keadaan bersih dan kering. Untuk mengatasi *blistering* adalah dengan cara membersihkan lapisan cat yang menggelembung sampai ke permukaan material kemudian dilakukan proses pengecatan kembali.

c. *Wrinkling*

*Wrinkling* merupakan penumpukan cat pada pinggir material yang terjadi akibat pengecatan yang tebal dalam satu waktu sekaligus. biasanya ditandai dengan terbentuknya kerutan-kerutan pada bagian atas lapisan cat, sehingga menjadi berkulit. Pengecatan yang dilakukan sekaligus dan tebal membuat permukaan lapisan cat mengering lebih cepat dibandingkan lapisan cat bagian bawah. Aplikasi cat antar lapisan yang terlalu cepat membuat lapisan cat yang pertama belum kering sempurna sudah tertutupi lagi oleh lapisan cat berikutnya. Penggunaan Thinner dalam pengenceran yang tidak sesuai juga menjadi penyebab terjadinya *Wrinkling*.

Pencegahan agar tidak terjadi *wrinkling* dapat dilakukan dengan mengaplikasikan cat tipis-tipis dengan jarak waktu pengeringan yang cukup (tidak terlalu cepat) untuk memberikan kesempatan setiap lapisan cat dapat mengering dan juga dengan menggunakan cat dengan kualitas baik dan aplikasikan sesuai dengan yang direkomendasikan oleh *technical data sheet*. Sedangkan untuk perbaikan pengecatan yang mengalami *wrinkling*, adalah membersihkan permukaan material dari seluruh lapisan cat, lalu mengulangi proses pengecatan dari awal.

Pada *technical data sheet* tertera bahwa minimal ketebalan rata-rata yang harus melekat pada *coating* adalah 350  $\mu\text{m}$ . Sehingga kriteria agar bisa masuk ke tahap selanjutnya adalah minimal ketebalan rata-rata yang dicapai saat pengujian Dry film Thickness ini adalah 350  $\mu\text{m}$ . Apabila kurang dari itu maka akan dilakukan proses *coating* untuk menambah ketebalan *coating* lagi. Berikut adalah hasil pengujian dari Dry film Thickness:

**Tabel 4.3** Hasil pengujian *dry film thickness*

Spesimen	a1	a2	a3	b1	b2	b3	c1	c2	c3
Dry thickness 1	397	403	374	318	353	323	318	424	412
Dry thickness 2	325	357	306	386	407	365	325	318	334
Dry thickness 3	335	330	404	425	350	387	420	378	367
rata rata	352.3333	363.3333	361.3333	376.3333	370	358.3333	354.3333	373.3333	371

**Tabel 4.4** Hasil pengujian wet film thickness, *dry film thickness*, dan kekasaran

Pengujian	Spesimen									rata-rata $\mu\text{m}$
	a1	a2	a3	b1	b2	b3	c1	c2	c3	
<i>Wet Film Thickness</i>	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
<i>Dry Film Thickness</i>	352,3	363,3	361,3	376,3	370,0	358,3	354,3	373,3	371,0	364,5
Kekasaran	116	104	108	92	100	106	106	98	100	103,3

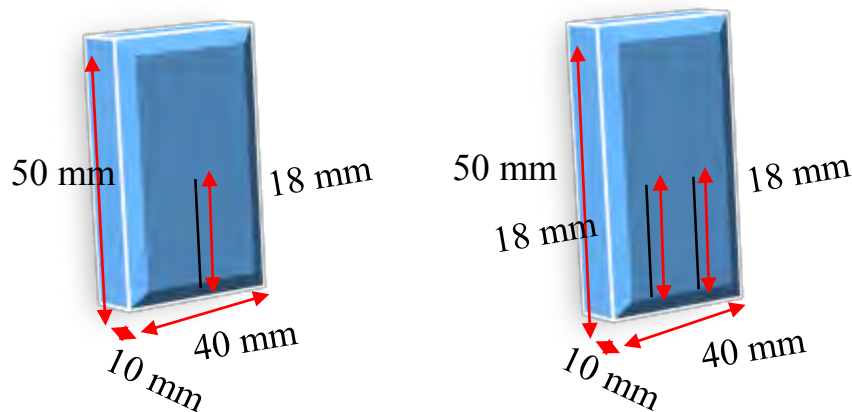
Penyusutan yang terjadi ketika melakukan pengujian *Wet Film Thickness* adalah pengaruh *thinner*, dan suhu. *Thinner* yang di campur untuk mengencerkan cat agar bisa di semprotkan dengan *air spray*. *Thinner* berguna untuk menurunkan viskositas (kekentalan) dari bahan – bahan yang akan diaplikasikan dengan menggunakan alat penyemprot maupun kuas. Alat penyemprot cat maupun kuas cat adalah alat yang berguna untuk mengaplikasikan bahan finishing dan hanya dapat bekerja dengan batas viskositas tertentu. Oleh karena itu suatu bahan finishing harus diencerkan terlebih dahulu dengan *thinner* agar viskositasnya turun, sehingga bahan – bahan tersebut bisa diaplikasikan dengan mudah. Selain berguna untuk menurunkan viskositas, *thinner* juga berguna untuk mengatur sifat – sifat dari bahan *finishing* sehingga bahan tersebut bisa diaplikasikan sesuai dengan kebutuhan. Dengan menggunakan *thinner* suatu bahan *finishing* bisa diatur kecepatan waktu pengeringannya serta ketebalan lapisan *finishing* bisa ditentukan dengan ukuran tertentu sesuai dengan kebutuhan. Selain *thinner*, suhu juga mempengaruhi penyusutan yang terjadi. Suhu yang panas akan mempercepat proses menguapnya

cairan *thinner*. Selain Mempercepat pengeringan dari thinner, suhu yang panas juga mengakibatkan penyusutan yang berlebihan dan mengakibatkan retak retak cat pada material. Sehingga dalam setiap *technical data sheet* dari cat pasti akan di atur, pada suhu berapa cat ini akan benar benar kering dengan sendiri dan cat dalam kondisi yang prima.

Dari hasil pengujian tersebut didapat bahwa selain volume solid, kekasaran dari material blasting juga mempengaruhi dari ketebalan walaupun hanya sedikit. hal ini dikarenakan semakin kasar permukaan maka cat yang menempel semakin dalam, yang membuat ketebalan menjadi kecil. Selain kekasaran, keahlian operator dalam mengoperasikan *air spray gun* juga mempengaruhi tingkat ketebalan.

#### 4.6 Pencacatan *Coating* pada Spesimen

Dalam Penelitian ini pencacatan di lakukan untuk mengetahui perbedaan antara *coating* yang di lakukan pencacatan dan tidak. Luas pada cacat *coating* di dasarkan pada penelitian sebelumnya yaitu 2,7% dan 5,4% dari luas permukaan *coating*. Dimensi goresan pada spesimen dapat dilihat pada gambar 4.8. kedalaman gores hingga mengenai besi. Berikut adalah perhitungan luas pencacatan pada spesimen:



**Gambar 4.8** Dimensi goresan pada permukaan spesimen

Dari gambar 4.8 tersebut, prosentase cacat coating terhadap seluruh permukaan spesimen dapat dihitung sebagai berikut:

L. Permukaan spesimen:  $40 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} = 2000 \text{ mm}^2$

L. permukaan cacat coating:  $3 \text{ mm} \times 18 \text{ mm} = 54 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned} \% \text{ cacat coating (1 gores)} &= \frac{54}{2000} \times 100\% \\ &= 2,7\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ cacat coating (2 gores)} &= \frac{2 \times 54}{2000} \times 100\% \\ &= 5,4\%\end{aligned}$$

**Tabel 4.5** Penamaan spesimen uji

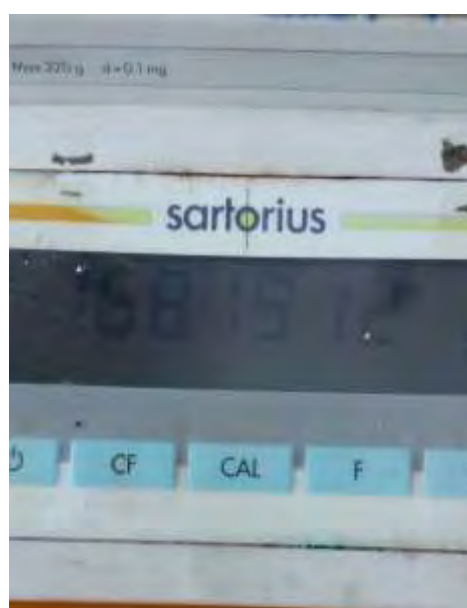
Penamaan Simbol								
salinitas 40 o/oo			salinitas 50 o/oo			salinitas 60 o/oo		
Tanpa cacat	Cacat 1	Cacat 2	Tanpa cacat	Cacat 1	Cacat 2	Tanpa cacat	Cacat 1	Cacat 2
a1	a2	a3	b1	b2	b3	c1	c2	c3

#### 4.7 Penimbangan Spesimen Awal

Alat yang digunakan dalam menimbang berat spesimen ini adalah timbangan yang super peka. Timbangan ini dapat mencatat 4 angka di belakang koma dengan sangat konstan. Berikut adalah gambar timbangan.



(a)



(b)

**Gambar 4.9 (a)** Alat timbangan **(b)** Keakuratan menimbang spesimen

Dalam pengujian salt spray data awal yang di butuhkan adalah mengetahui berat awal spesimen sebelum dimasukan ke dalam *chamber*. Berat awal ini di butuhkan untuk membandingkan sebelum di lakukan *salt spray* dan sesudah di lakukan salt spray berapa massa yang hilang sehingga dapat di ketahui berapa nilai dari laju korosi yang terjadi. Berikut adalah data berat spesimen sebelum pengujian salt spray:

**Tabel 4.6** Berat spesimen awal dalam gram

Berat spesimen	Salinitas 40 ‰			Salinitas 50 ‰			Salinitas 60 ‰		
	a1	a2	a3	b1	b2	b3	c1	c2	c3
Berat awal	162.2156	168.1912	159.6809	166.4045	160.9136	159.6442	155.5108	160.5820	167.1218



Berat spesimen yang di dapat mempunyai selisih gram yang relatif kecil. Dalam menggunakan timbangan yang super peka tingkat keakuratan yang terjadi mencapai 0,1mg. perbedaan yang relative kecil ini di karenakan dimensi dari material yang relative sama juga yaitu 4 cm di kalikan 5 cm.


#### **4.8 Pengujian *Salt Spray***

##### **4.8.1 Pengaruh Perbedaan Salinitas**


*Salt spray* test adalah pengujian terhadap spesimen dengan cara menggunakan menyemburkan cairan NaCl ke spesimen. Tujuan dari pengujian ini antara lain untuk mensimulasikan di dalam laboratorium sifat korosi suatu produk, dan juga untuk mempercepat laju korosi. Pada ASTM B117 di jelaskan bahwa pengujian *salt spray* dapat mewakili dari kondisi splash zone yang sangat korosif, dimana pengujian dilakukan semirip mungkin dengan kondisi yang ada pada *splash zone* dengan mengembunkan material secara terus menerus. Sehingga untuk mensimulasikan keadaan di lingkungan yang korosif seperti area *splash zone* maka dilakukan pengujian *salt spray* seperti yang dijelaskan sebelumnya. Pengujian *salt spray* dilakukan selama 96 jam atau selama 4 hari 4 malam tanpa berhenti sedikitpun dengan kadar salinitas yang berbeda-beda yaitu 40 ‰ , 50 ‰, dan 60 ‰ (ASTM B117) setiap jenis pengujiannya. Larutan yang digunakan pun adalah perpaduan air dengan NaCL yang asam dimana larutan ini dapat mewakili air laut, yang mana air laut asli memiliki kandungan yang lebih kompleks, namun komposisi terbesarnya adalah NaCL. Dari hasil uji *salt spray* dengan tingkat salinitas yang berbeda nampak perbedaan tingkat korosi yang terjadi, baik secara visual maupun setelah di lakukan penimbangan hasil uji *salt spray*. Hal ini sesuai dengan dasar teori yang mana disebutkan bahwa tingkat keasaman sangat mempengaruhi laju korosi yang terjadi pada material. Zat terlarut maupun pelarut yang asam dimana bersentuhan langsung dengan material maka akan membentuk tingkat keasaman yang tinggi dimana keasaman tersebut menurunkan kualitas dari baja dan biasa kita sebut dengan korosi. Berikut adalah hasil visual dari pengujian *salt spray*:

**Tabel 4.7** Foto spesimen setelah di salt spray dengan salinitas 40 ‰



Salinitas	Jenis Cacat	Foto Spesimen
40 ‰	Cacat 2 (a3)	
40 ‰	Cacat 1 (a2)	

Salinitas	Jenis Cacat	Foto Spesimen
40 ‰	Tanpa Cacat (a1)	



**Tabel 4.8** Foto spesimen setelah di salt spray dengan salinitas 50 ‰

Salinitas	Jenis Cacat	Foto Spesimen
50 ‰	Cacat 2 (b1)	



Salinitas	Jenis Cacat	Foto spesimen
50 ‰	Cacat 1 (b2)	
50 ‰	Tanpa Cacat (b1)	

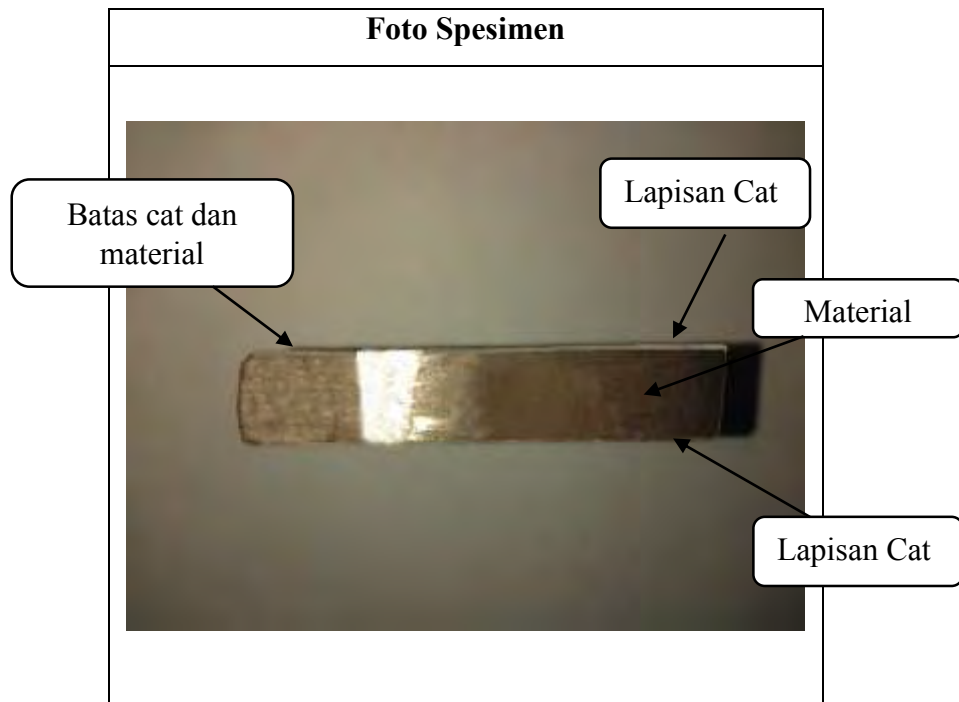
**Tabel 4.9** Foto spesimen setelah di salt spray dengan salinitas 60 ‰

Salinitas	Jenis Cacat	Foto spesimen
60 ‰	Cacat 2 (c3)	
60 ‰	Cacat 1 (c2)	

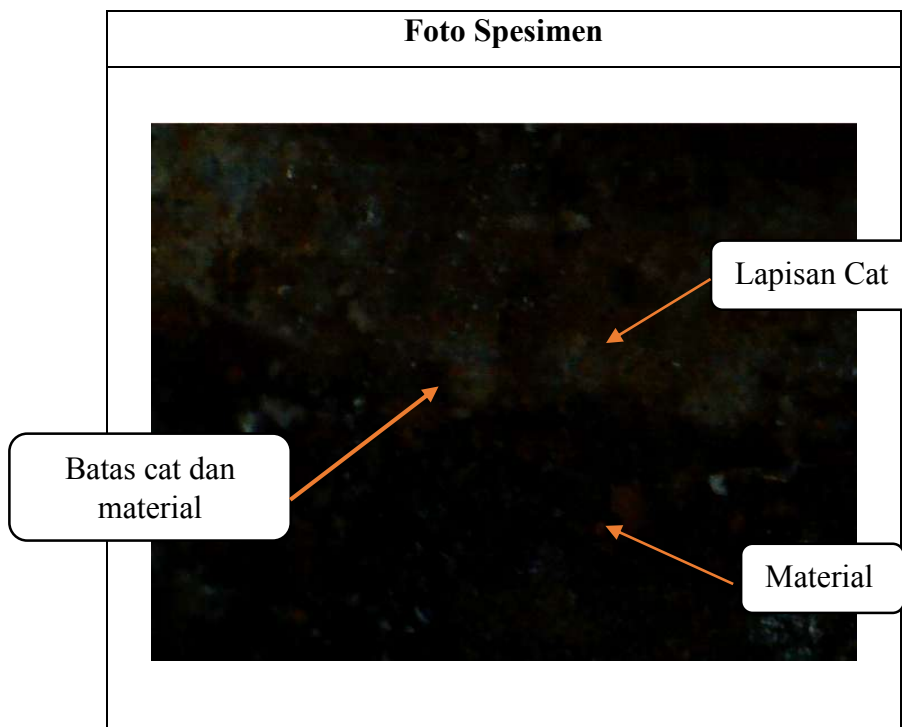
Salinitas	Jenis Cacat	Foto Spesimen
60 ‰	Tanpa cacat (c1)	

Dari tabel 4.7, tabel 4.8 dan tabel 4.9 memperlihatkan bahwa salinitas sangat berpengaruh terhadap korosi yang menempel pada daerah cacat *coating*. Pada *coating* tanpa cacat Nampak hampir tidak ada korosi yang terjadi walaupun telah diberi salinitas yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa *coating* yang baik akan sedikit sekali berpengaruh pada korosi karena fungsi dari *coating* adalah sebagai pelindung agar material tidak terkena langsung air, zat terlarut, dan udara. Pada salinitas 40 ‰, korosi yang terjadi relatif kecil dan hanya terlihat bercak korosi pada daerah cacat saja tidak menyebar ke cat yang baik. Pada salinitas 50 ‰, korosi mulai menyebar dan Nampak jelas bercak kekuningan dan hanya terjadi di daerah cacat saja. Pada salinitas 60 ‰, korosi semakin jelas dan korosi tetap terkonsentrasi pada daerah cacat *coating* saja. Berikut adalah tabel 4. 10 foto spesimen makro dilihat dari samping, tabel 4.11 foto spesimen mikro dilihat dari samping, dan tabel 4. 12 Foto spesimen mikro setelah di salt spray dengan salinitas 60 ‰.


**Tabel 4.10** Foto spesimen makro dilihat dari samping



**Tabel 4.11** Foto spesimen mikro dilihat dari samping



**Tabel 4.12** Foto spesimen mikro setelah di salt spray dengan salinitas 60 ‰

Jenis Korosi	Foto Spesimen
1. Jenis korosi seragam ( <i>uniform</i> )	

Jenis korosi pada tabel 4.12 menunjukkan bahwa pengujian kali ini adalah berjenis uniform, yang mana jenis korosi ini yang paling banyak terjadi dengan intensitas waktu yang tidak terlalu lama dan bersifat menyeluruh atau menyebar secara masif.

#### 4.8.2 Kesimpulan Pengujian *Salt Spray* Terhadap Korosifitas Pada Material

Dari percobaan *salt spray* selama 96 jam pada setiap salinitas, dapat disimpulkan bahwa faktor yang paling mempengaruhi adalah kadar NaCl pada larutan yang di berikan pada proses *salt spray*. Hal ini sesuai dengan dasar teori bahwa faktor utama penyebab cepat tidaknya korosi adalah air, oksigen, larutan elektrolit dan zat terlarut yang dapat membentuk asam. Namun, dalam penelitian ini faktor yang paling menonjol adalah larutan elektrolit berupa NaCL yang kadarnya berbeda-beda pada jenis *cacat coating*. Selain factor yang di sebutkan di atas ada juga factor yang tidak kalah penting yaitu suhu. Suhu juga berpengaruh dalam proses korosi ini namun, karena suhu dibuat sama maka pada setiap salinitas suhu tidak mempunyai peranan yang signifikan. Suhu yang berkisar pada suhu 25°C dan di atur dengan alat otomatis pengatur suhu.

## 4.9 Analisis Laju Korosi

### 4.9.1 Penimbangan Berat Akhir Spesimen

Setelah Melakukan serangkaian pengujian *salt spray*, harus segera di lakukan penimbangan ulang untuk mengetahui berapa berat material yang berkurang akibat korosi yang terjadi. Syarat yang harus dipenuhi antara lain sebelum penimbangan akhir adalah sebagai berikut:

- Specimen harus dalam keadaan kering
- Kerak korosi pada specimen tidak di bersihkan

Apabila 2 syarat tersebut sudah terpenuhi maka langkah selanjutnya adalah menimbang ulang berat specimen. Berikut adalah tabel 4.13 berat specimen akhir awal dan selisihnya:

**Tabel 4.13** Berat akhir setelah penimbangan

Berat specimen	Salinitas 40 ‰			Salinitas 50 ‰			Salinitas 60 ‰		
	a1	a2	a3	b1	b2	b3	c1	c2	c3
Berat awal	162.2156	168.1912	159.6809	166.4045	160.9136	159.6442	155.5108	160.5820	167.1218
Berat akhir	162.2155	168.0452	159.4776	166.4042	160.6916	159.2983	155.5102	160.2268	166.6206

### 4.9.2 Perhitungan Laju Korosi

Salah satu metode untuk menghitung laju korosi adalah metode *weight loss*. Metode ini menghitung ulang berat awal specimen sebelum terkena korosi dan setelah terkena korosi, kemudian mengambil selisih yang di masukkan ke dalam persamaan. Berikut adalah persamaan dari metode *weight loss* yang akan digunakan.

$$CR(mpy) = \frac{W K}{D A_s T} \dots\dots\dots(4.2)$$

Dimana:

CR = Laju korosi (mpy)

W = Perubahan berat dari specimen (gram)

K = Konstanta faktor

D = Densitas specimen dalam satuan g/cm<sup>3</sup>

A<sub>s</sub> = Luas specimen (cm<sup>2</sup>)

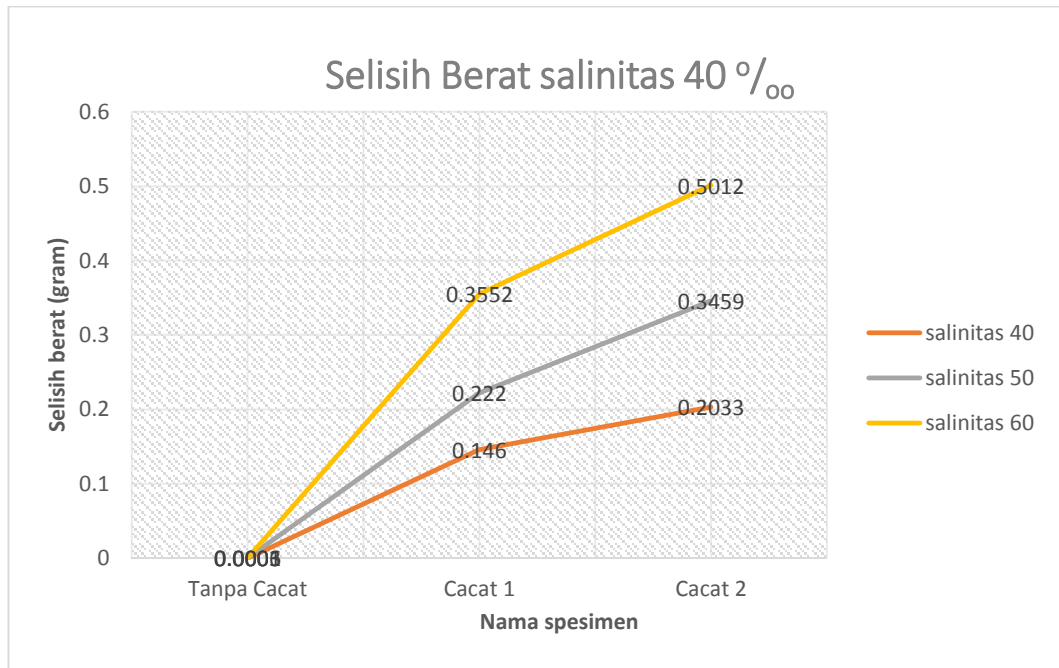
T = Eksposur Time (jam)

Data W yang sudah di dapat adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.14** Data delta W dari percobaan

Berat spesimen	Salinitas 40 ‰			Salinitas 50 ‰			Salinitas 60 ‰		
	a1	a2	a3	b1	b2	b3	c1	c2	c3
Berat awal	162.2156	168.1912	159.6809	166.4045	160.9136	159.6442	155.5108	160.5820	167.1218
Berat akhir	162.2155	168.0452	159.4776	166.4042	160.6916	159.2983	155.5102	160.2268	166.6206
W	0.0001	0.146	0.2033	0.0003	0.222	0.3459	0.0006	0.3552	0.5012

Sedangkan grafik dari selisih W per salinitas adalah sebagai berikut:



**Gambar 4.10** Selisih berat (W) pada salinitas 40 ‰, 50 ‰, dan 60 ‰

Konstanta yang di gunakan akan di jelaskan dalam tabel sebagai berikut:

**Tabel 4.15** Konstanta dari perhitungan laju korosi

Desired Corrosion Rate Unit (CR)	Area Unit (A)	K-Factor
mils/year (mpy)	in <sup>2</sup>	$5.34 \times 10^5$
mils/year (mpy)	cm <sup>2</sup>	$3.45 \times 10^6$
millimeters/year (mmy)	cm <sup>2</sup>	$8.75 \times 10^4$

Sumber: ASTM G31-71, 2004

Dalam perhitungan laju korosi satuan yang digunakan adalah mils/year (mpy) dengan area unit cm<sup>2</sup>, sehingga konstanta yang di dapatkan adalah  $3,45 \times 10^6$ .

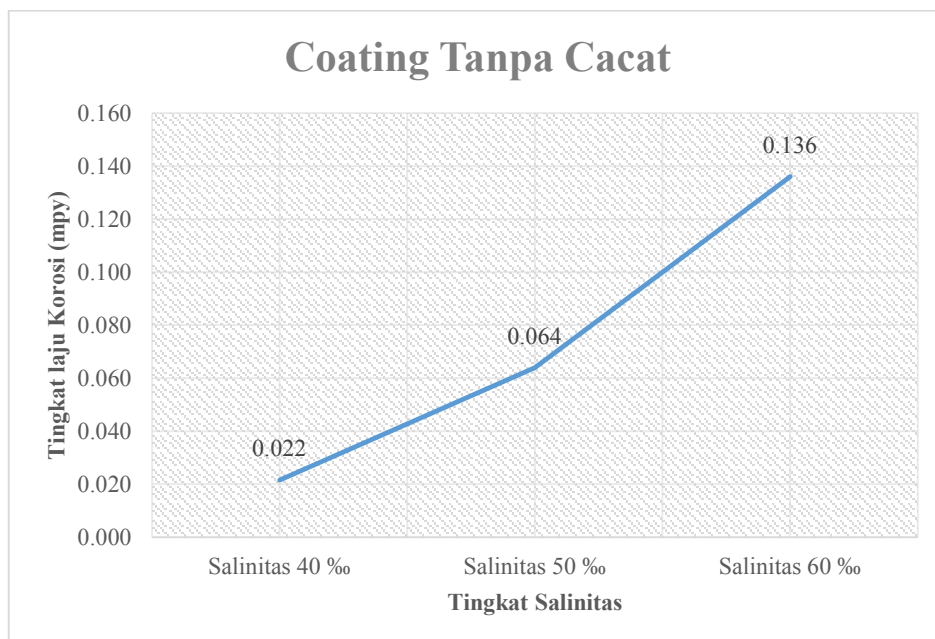
Densitas merupakan berat jenis yang dimiliki oleh material uji. Dalam density besi yang dimiliki yaitu 7.85 gr/ cm<sup>3</sup>. Sehingga laju korosi dari semua salinitas bisa di hitung. Berikut adalah hasil perhitungan laju korosi setiap salinitas:

**Tabel 4.16** Hasil laju korosi

Spesimen		Laju korosi mpy
Salinitas 40 ‰	a1	0.022
	a2	30.381
	a3	44.320
Salinitas 50 ‰	b1	0.064
	b2	48.167
	b3	75.407
Salinitas 60 ‰	c1	0.136
	c2	77.434
	c3	105.012

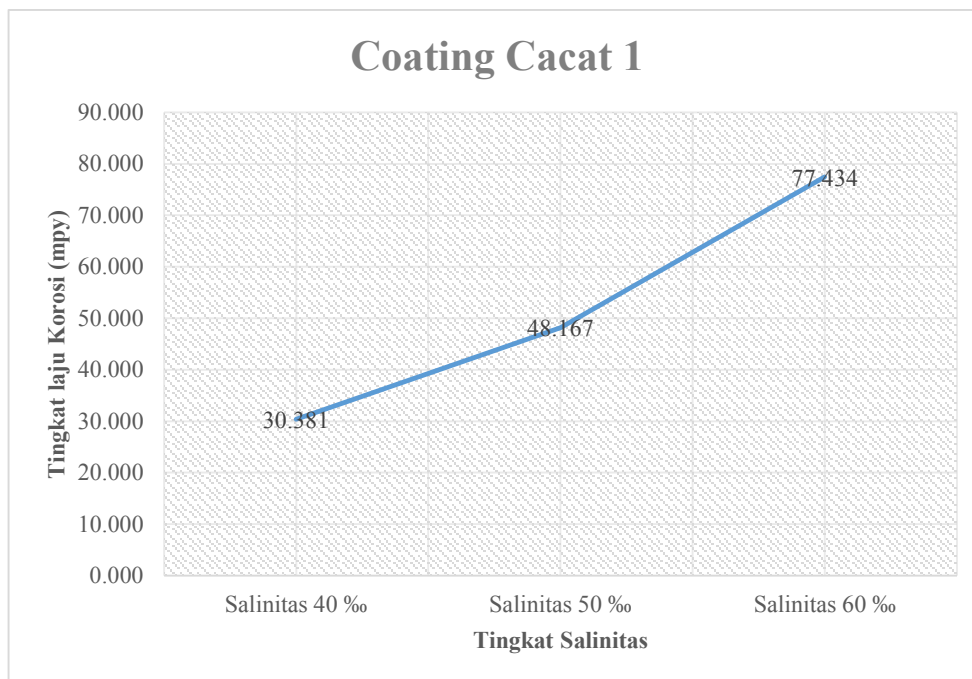
#### 4.9.3 Kesimpulan Laju Korosi

Perbandingan hasil laju korosi pada tingkat salinitas yang berbeda membuat pengukuhan bahwa faktor utama terjadinya korosi apabila kandungan air dan oksigen sama, maka larutan elektrolit ataupun zat terlarut yang dapat memicu sifat asam dan membuat material menjadi terkorosi. Konsentrasi yang berbeda-beda pada saat pengujian *salt spray* ini lah faktor utama terjadinya perbedaan baik tampilan secara fisik korosi dan laju korosi pada material. Berikut adalah gambar 4.11, 4.12 dan 4.13 yang menggambarkan pola korosi pada setiap jenis cacat dengan perbedaan salinitas:

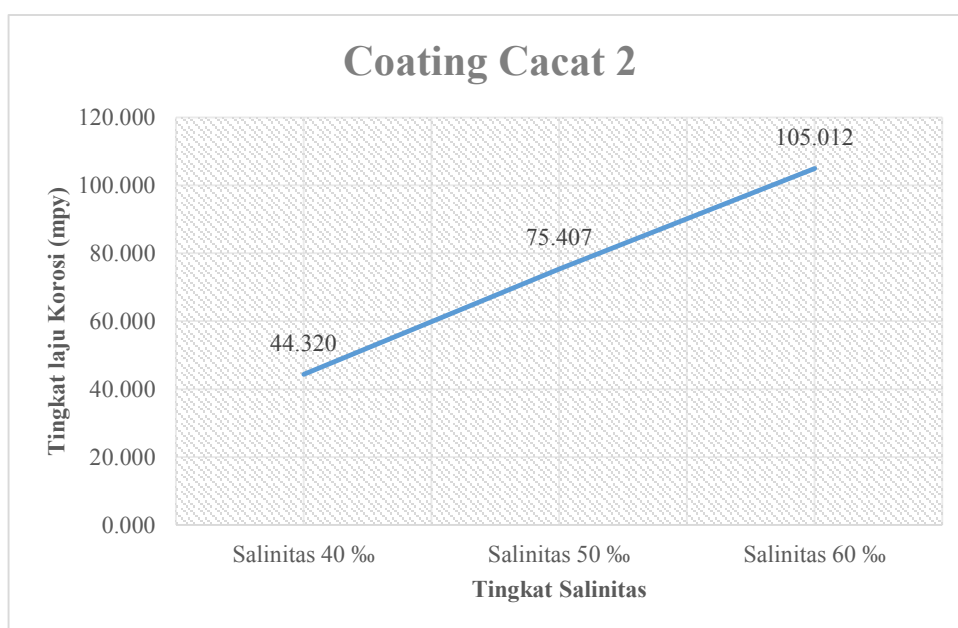


**Gambar 4.11** Perbedaan salinitas pada *coating* tanpa cacat





**Gambar 4.12** Perbedaan salinitas pada *coating* cacat 1



**Gambar 4.13** Perbedaan salinitas pada *coating* cacat 2

Dari gambar 4.13 dapat diambil kesimpulan bahwa grafik laju korosi pada setiap cacat memiliki pola yang sama yaitu semakin naik dengan distribusi grafik bertipe lognormal. Hal ini sesuai dengan dasar teori bahwa salinitas mempengaruhi tingkat laju korosi yang terjadi. Semakin tinggi kadar salinitas maka akan semakin tinggi juga laju korosi yang terjadi.

Laju korosi yang terjadi pada salinitas 40 ‰, 50 ‰, dan 60 ‰ pada *coating* tanpa cacat termasuk kategori *outstanding* dengan laju korosi kisaran < 1 mpy (Fontana, 1987). Laju korosi pada salinitas 40‰, dan 50 ‰, dengan cacat coating 1 gores termasuk kategori *fair* dengan laju korosi kisaran 20-50 mpy (Fontana, 1987). Laju korosi pada salinitas 60‰ dengan cacat coating 1 termasuk kategori *poor* dengan laju korosi 50-200 mpy (Fontana, 1987). Laju korosi pada salinitas 40‰ dengan cacat coating 2 gores termasuk kategori *fair* dengan laju korosi kisaran 20-50 mpy (Fontana, 1987). Laju korosi pada salinitas 40‰ dengan cacat coating 2 gores termasuk kategori *fair* dengan laju korosi kisaran 20-50 mpy (Fontana, 1987). Laju korosi pada salinitas 50‰, dan 60 ‰ dengan cacat coating 2 gores termasuk kategori *poor* dengan laju korosi 50-200 mpy (Fontana, 1987). Berikut adalah tabel 4.17 tingkat ketahanan korosi berdasarkan laju korosi.

**Tabel 4.17** Tingkat ketahanan korosi berdasarkan laju korosi

<i>Relative Corrosion Resistance</i>	<i>Approximate Metric Equivalent</i>				
	mpy	mm/year	µm/year	nm/year	pm/sec
<i>Outstanding</i>	<1	<0,02	<25	<2	<1
<i>Excellent</i>	1 – 5	0,02 – 0,1	25 – 100	2 – 10	1 – 5
<i>Good</i>	5 – 20	0,1 – 0,5	100 – 500	10 – 50	5 – 20
<i>Fair</i>	20 – 50	0,5 – 1	500 – 1000	50 – 100	20 – 50
<i>Poor</i>	50 – 200	1 – 5	1000 - 5000	150 - 500	50 - 200
<i>Unacceptable</i>	>200	>5	>5000	>500	>200

sumber: fontana,1987

*(Halaman ini sengaja di kosongkan)*

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa hasil pengujian, maka dapat diambil suatu kesimpulan dari penelitian yang dikerjakan. Berikut kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan:

1. Pengaruh *coating* terhadap laju korosi sangat besar. *Coating* yang tanpa cacat dari percobaan salinitas 40 ‰ menunjukkan bahwa pengujian *salt spray* yang mewakili daerah *splash zone* mengalami korosi kecil sekali yaitu 0,1 mili gram. Hal ini membuat perlindungan menggunakan cat yang sesuai yang kondisi splash zone menjadi pilihan yang tepat, karena cat tidak terlalu berpengaruh terhadap korosi dengan laju korosi yang terjadi yaitu 0,022mpy.
2. Pengaruh cacat *coating* terhadap adanya korosi cukup tinggi. Hal ini dikarenakan *coating* yang berfungsi sebagai penghalang air mengenai material sudah hilang sehingga faktor-faktor pembuat korosi seperti udara dan air bisa membuat material korosi. Pada pengujian *salt spray* korosi laju korosi yang terjadi pada salinitas 40 ‰ dengan cacat 1 dan 2 berturut turut adalah 30,381 mpy dan 44,320 mpy.
3. Di pengujian *salt spray* selama 96 jam *coating* tanpa cacat pada salinitas 40 ‰ kehilangan berat sedikit sekitar 0,0001 gram dengan laju korosi 0,022. Pada salinitas 50 ‰ *coating* yang baik kehilangan berat yaitu 0,2 miligram dengan laju korosi 0,064 mpy . Pada salinitas 60 ‰ spesimen juga kehilangan berat sebesar 0,0006 gram dengan laju korosi 0,136 mpy.
4. Di pengujian salt spray selama 96 jam pada cacat 1 dan 2 dengan salinitas 40 ‰, laju korosi yang terjadi berturut-turut adalah 30,381 mpy dan 44,320 mpy. Pada pengujian 50 ‰, laju korosi pada cacat 1 dan 2 berturut-turut adalah 48,167 mpy dan 75,407 mpy. Pada pengujian salinitas 60 ‰, laju korosi pada cacat 1 dan 2 berturut-turut adalah 77,434 mpy dan 105,012 mpy.

## **5.2 Saran**

Untuk penelitian lebih lanjut yang mana dapat melengkapi penelitian ini penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Melakukan penambahan bakteri pada pengujian salt spray dan mencari produk korosi yang terbentuk.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahsan, Agung F.2012. Penyebab korosi dan Laju Korosi. Tersedia: <http://www.agungfirdausi.my.id/2012/04/faktor-faktor-yang-mempengaruhi-korosi.html>
- ASM Handbook Vol.13 A,. 2003. *Corrosion: Fundamental, Testing, and Protection*. USA
- ASTM B117-07. 2007. *Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus*. Annual Book of ASTM Standards.
- ASTM D4138. 2001. *Standard Test Methods for Measurement of Dry Film Thickness of Protective Coating Systems by Destructive Means*. Annual Book of ASTM Standards.
- ASTM D4414. 1996. *Standard Practice for Measurement of Wet Film Thickness by Notch Gages*. Annual Book of ASTM Standards.
- ASTM D1186. 2001. *Standard Test Methods for Nondestructive Measurement of Dry Film Thickness of Nonmagnetic Coatings*. Annual Book of ASTM Standards
- ASTM G31-72. 1999. *Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*. Annual Book of ASTM Standards.
- Bundjali, B. 2005. *Perilaku dan Inhibisi korosi Baja Karbon Dalam Larutan Buffer Asetat, Bikarbonat-CO<sub>2</sub>*. Institut Teknologi Bandung. Surabaya
- Bangun, Wira. P. 2016. *Pengaruh waktu dan ukuran partikel dry Sandblasting terhadap kekasaran permukaan pada Baja karbon sedang*. Univeristas Udayana. Surabaya
- Chandler, A.K. 1985. *Marine and Offshore Corrosion (Marine Engineering Series)*. Butterworth-Heinemann Elsevier Ltd.
- Davis, R. 2000. *Corrosion: Understanding the Basics*. ASM International.
- Dorow, D. 2011. *Fishing for the Best Abrasive*. The Journal of Protective Coatings & Linings Vol. 4; 27-28

- Dewi, Ika M.S. 2011. *Studi Perbandingan Laju Korosi Dengan Variasi Cacat Coating Pada Pipa 5L Grade X65 Dengan Media Korosi NaCl*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Francis, R. 2009. *Dry Film Thickness Measurements*. The Journal of Protective Coatings & Linings Vol. 3; 1-11
- Fontana, Mars G. 1987. *Corrosion Engineering International Edition*. The Ohio State University. USA
- Holmberg, K. dan Matthews, A. 2010. *Coating Tribology Properties, Mechanisms, Techniques, and Applications in surface Engineering Second Edition*. The University of Sheffield. UK.
- Hudson, R. 1982. *Surface Preparation for Coating*. The National Physical Labotary.
- Huffman, L. 2006. *Abrasive Selection Requires Evaluation of Needs, Cost, and Productivity*. The Journal of Protective Coatings & Linings.
- Independen Media. 2017. Tersedia:<http://www.tech-faq.com/psychrometer.html>
- ISO 8501. 2011. *Corrosion Protection of Steel Structures by Painting*. International Organization for Standardization.
- ISO 19840. 2004. *Paints and Varnishes — Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems — Measurement of, and Acceptance Criteria for, The Thickness of Dry Films on Rough Surfaces*. International Organization for Standardization
- Momber, A. 2008. *Blast Cleaning Technology*. Berlin: Springer.
- NACE Standart RP0178. 2003. *Corrosion Control of Steel Fixed Offshore Structures Associated with Petroleum Production*.

- Nesic, S.K & Lee L.J. 2003. *A Mechanistic Model for Carbon Dioxide Corrosion of Mild Steel in The Persence of Protective Iron Carbonate – Part 3 Film Growth Model*. Colombus : NACE International
- Norsok Standard M-501. 1994. *Surface Preparation and Protective Coating*. Norsok Standard.
- Prameswari, Bunga. 2008. *Studi Efektivitas Lapis Galvanis Terhadap Ketahanan Korosi Pipa Baja ASTM A53 Di Dalam Tanah (Underground Pipe*. Jakarta, Indonesia: Universitas Indonesia.
- Rachman, A. 2012. *Analisa Pengaruh Tekanan Blasting Terhadap Kekuatan Lekat Cat di Lingkungan Air Laut*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Sack, Raymond J. 1997. *I" Welding: Principles and Prantices"*. Mc Graw Hill. USA
- SSPC: The Society for Protective Coatings. 2002. *SSPC-VIS 1 – Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Dry Abrasive Blast Cleaning*. The Society for Protective Coatings
- Trijatmiko, C. 2012. *Analisa Pengaruh Material Abrasif Pada Blasting Terhadap Kekuatan Lekat Cat dan Ketahanan Korosi di Lingkungan Air Laut*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Trethewey KR., Chamberlain J., 1991, *KOROSI (Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan)*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Williams, AB. 1986. *Abrasive Blast Cleaning Handbook*. A.B. Williams, Enterprises.



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BIODATA PENULIS



Pieter Ardianto lahir di Kediri pada tanggal 10 Oktober 1995, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, pasangan Supanto dan Umi Kulsum. Penulis telah menyelesaikan pendidikan formal di SDN Lirboyo I Kediri, SMP Negeri 8 Kediri, dan SMA Negeri 4 Kediri. Setelah lulus pada tahun 2013, penulis mengikuti program Seleksi Nasional Mahasiswa Perguruan Tinggi Negeri dan diterima di Departemen Teknik Kelautan FTK – ITS dan terdaftar dengan NRP. 4313100011. Selain kesibukan

dalam kuliah penulis juga ikut serta dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Kelautan sebagai Staff Kewirausahaan pada periode 2014-2015, dan Staff ahli Kewirausahaan pada periode 2015-2016. penulis juga ikut Himpunan Mahasiswa Islam sebagai Kepala departemen Kewirausahaan pada periode 2015-2016 dan Direktur Bidang Administrasi dan Keuangan Lembaga Teknologi Mahasiswa Islam. Pada bulan Agustus hingga September 2016, penulis berkesempatan Kerja Praktek di PT GE (General Electric) Kompleks Lamtamal Surabaya, dimana penulis memperoleh banyak pengetahuan tentang dunia Pipe engineering. Dalam tugas akhir ini penulis mengambil bidang material dan produksi, dengan kajian mengenai pengaruh cacat coating dan perbedaan salinitas terhadap laju korosi pada daerah splash zone menggunakan material baja A36

### Kontak Penulis

*Email* : pieterart8@gmail.com

No. HP : 083851088516

## **LAMPIRAN**

## **LAMPIRAN 1**

### **Technical Data Sheet Epoxy Glass Flake 35870 (Hempel's)**

# Product Data

## HEMPADUR MULTI-STRENGTH GF 35870



35870 : BASE 35879 : CURING AGENT 98870

<b>Description:</b>	HEMPADUR MULTI-STRENGTH GF 35870 is an amine-adduct cured epoxy coating - the product is reinforced with Glassflakes. It is a hard, impact and abrasion resistant coating with good resistance to sea water and splashes from petrol and related products. Suitable for early water exposure and will continue to cure under water.
<b>Recommended use:</b>	As a self-primed, high build coating primarily for areas subject to abrasion and/or to a highly corrosive environment. E.g. splash zones, jetty pilings and working decks.
<b>Service temperature:</b>	Maximum, dry exposure only: 140°C/284°F In water (no temperature gradient): 60°C/140°F Maximum peak temperature in water is 80°C/176°F.
<b>Certificates/Approvals:</b>	Recognized Abrasion Resistant Ice Coating by Lloyds Register. Tested for non-contamination of grain cargo at the Newcastle Occupational Health & Hygiene, Great Britain.
<b>Availability:</b>	Part of Group Assortment. Local availability subject to confirmation.

### PHYSICAL CONSTANTS:

Shade nos/Colours:	19990 / Black.
Finish:	Glossy
Volume solids, %:	87 ± 1
Theoretical spreading rate:	2.5 m <sup>2</sup> /l [100.2 sq.ft./US gallon] - 350 micron/14 mils
Flash point:	35 °C [95 °F]
Specific gravity:	1.3 kg/litre [11.1 lbs/US gallon]
Surface-dry:	4 approx. hour(s) 20°C/68°F
Dry to touch:	6 approx. hour(s) 20°C/68°F
Fully cured:	7 day(s) 20°C/68°F
VOC content:	188 g/l [1.6 lbs/US gallon]
Shelf life:	2 years for BASE and 3 years (25°C/77°F) for CURING AGENT from time of production.

*The physical constants stated are nominal data according to the HEMPEL Group's approved formulas.*

### APPLICATION DETAILS:

<b>Version, mixed product:</b>	<b>35870</b>
<b>Mixing ratio:</b>	BASE 35879 : CURING AGENT 98870 3 : 1 by volume
<b>Application method:</b>	Airless spray
<b>Thinner (max.vol.):</b>	08450 (5%)
<b>Pot life:</b>	1 hour(s) 20°C/68°F
<b>Nozzle orifice:</b>	0.023 - 0.027 " Reversible
<b>Nozzle pressure:</b>	250 bar [3625 psi] (Airless spray data are indicative and subject to adjustment)
<b>Cleaning of tools:</b>	HEMPEL'S TOOL CLEANER 99610
<b>Indicated film thickness, dry:</b>	350 micron [14 mils]
<b>Indicated film thickness, wet:</b>	400 micron [16 mils]
<b>Overcoat interval, min:</b>	see REMARKS overleaf
<b>Overcoat interval, max:</b>	see REMARKS overleaf

<b>Safety:</b>	Handle with care. Before and during use, observe all safety labels on packaging and paint containers, consult HEMPEL Safety Data Sheets and follow all local or national safety regulations.
----------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



<b>SURFACE PREPARATION:</b>	<p><b>New steel:</b> Remove oil and grease etc. thoroughly with suitable detergent. Remove salts and other contaminants by high pressure fresh water cleaning. Abrasive blasting to near white metal Sa 2½ with a surface profile corresponding to Rugotest No. 3, BN10, Keane-Tator Comparator 3.0 G/S, or ISO Comparator Rough Medium (G). After blasting, clean the surface carefully from abrasives and dust.</p> <p><b>Maintenance:</b> Remove oil and grease etc. thoroughly with suitable detergent. Remove salts and other contaminants by high pressure fresh water cleaning. Remove all rust and loose material by wet or dry abrasive blasting or power tool cleaning. Feather edges to sound and intact areas. After wet abrasive blasting hose down the surface with fresh water and allow drying.</p> <p>Touch up bare spots to full film thickness when the surface has become visually dry.</p>
<b>APPLICATION CONDITIONS:</b>	Apply only on a dry and clean surface with a temperature above the dew point to avoid condensation. May be applied and will cure at temperatures down to 5°C/41°F. The temperature of the paint itself should be above: 15°C/59°F. The best result is obtained at: 20-30°C/68-86°F. In confined spaces provide adequate ventilation during application and drying.
<b>PRECEDING COAT:</b>	None. If a blast primer is required, use: HEMPADUR 15590.
<b>SUBSEQUENT COAT:</b>	None, or as per specification.
<b>REMARKS:</b>	
<b>Certificates/Approvals:</b>	The recognition as Abrasion Resistant Ice Coating by Lloyd's Register applies to the product as well as production site – at present the certificate is valid only for paint material produced at the following Hempel factories: Hempel Paints Poland, Buk.
<b>Colours/Colour stability:</b>	Light shades will have a tendency to yellow when exposed to sunshine and darken when exposed to heat.
<b>Weathering/service temperatures:</b>	The natural tendency of epoxy coatings to chalk in outdoor exposure and to become more sensitive to mechanical damage and chemical exposure at elevated temperatures is also reflected in this product.
<b>Application(s):</b>	The product may be immersed after 4 hours of initial curing at 20°C/68°F. Curing will proceed under water. Early immersion may result in some discolouration. This does not affect the protective properties of the product.
<b>Application equipment:</b>	<p>Standard airless heavy-duty spray equipment:</p> <p>Recommended pump ratio: minimum 45:1</p> <p>Pump output: 12 litres/minute (theoretical)</p> <p>Spray hoses: max 15 metres/50 feet, 3/8" internal diameter, max 3 metres/10 feet, 1/4" internal diameter</p> <p>If longer spray hoses are necessary it is possible to add up to : 50 meters / 150 feet.</p> <p>The high output capacity of the pump must be obtained. The ratio must be raised to:60:1.</p> <p>Bigger spray nozzles will also call for increased pump size. A reversible nozzle is recommended.</p> <p>Surge tank filter and tip filter should be removed.</p>
<b>Film thicknesses/thinning:</b>	May be specified in another film thickness than indicated depending on purpose and area of use. This will alter spreading rate and may influence drying time and overcoating interval. Normal range dry is: 350-500 micron/14-20 mils
<b>Overcoating:</b>	<p>Overcoating intervals related to later conditions of exposure: If the maximum overcoating interval is exceeded, roughening of the surface is necessary to ensure intercoat adhesion.</p> <p>Before overcoating after exposure in contaminated environment, clean the surface thoroughly with high pressure fresh water hosing and allow drying.</p>

A specification supersedes any guideline overcoat intervals indicated in the table.

Environment	Atmospheric, medium					
	10°C (50°F)		20°C (68°F)		30°C (86°F)	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
HEMPADUR	15 h	150 d	6 h	60 d	3 h	30 d
HEMPATHANE	10 h	25 d	4 h	10 d	2 h	5 d
Environment	Immersion					
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
HEMPADUR	40 h	75 d	16 h	30 d	8 h	15 d

NR = Not Recommended, Ext. = Extended, m = minute(s), h = hour(s), d = day(s)

**Note:** HEMPADUR MULTI-STRENGTH GF 35870 For professional use only.

**ISSUED BY:** HEMPEL A/S

3587019990

This Product Data Sheet supersedes those previously issued.

For explanations, definitions and scope, see "Explanatory Notes" available on [www.hempel.com](http://www.hempel.com). Data, specifications, directions and recommendations given in this data sheet represent only test results or experience obtained under controlled or specially defined circumstances. Their accuracy, completeness or appropriateness under the actual conditions of any intended use of the Products herein must be determined exclusively by the Buyer and/or User.

The Products are supplied and all technical assistance is given subject to HEMPEL's GENERAL CONDITIONS OF SALES, DELIVERY AND SERVICE, unless otherwise expressly agreed in writing. The Manufacturer and Seller disclaim, and Buyer and/or User waive all claims involving, any liability, including but not limited to negligence, except as expressed in said GENERAL CONDITIONS for all results, injury or direct or consequential losses or damages arising from the use of the Products as recommended above, on the overleaf or otherwise. Product data are subject to change without notice and become void five years from the date of issue.

**LAMPIRAN 2**  
**Perhitungan Laju Korosi**

### Perhitungan laju Korosi

Perhitungan laju korosi menggunakan weight loss menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$CR(mpy) = \frac{W K}{D A_s T}$$

Dimana:

CR = Laju korosi (mpy)

W = Perubahan berat dari spesimen (gram)

K = Konstanta faktor

D = Densitas spesimen dalam satuan g/cm<sup>3</sup>

As = Luas spesimen (cm<sup>2</sup>)

T = Eksposur Time (jam)

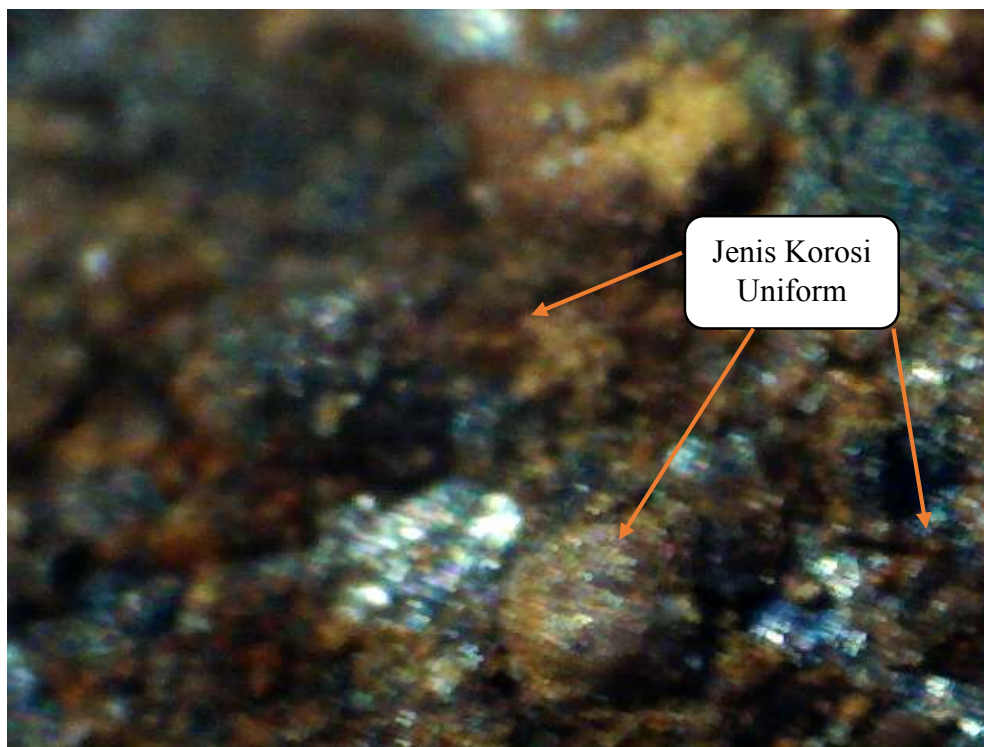
Spesimen	Perhitungan Laju Korosi
a1	$\frac{0,0002 \times 3,45 \times 10^6}{7,86 \times 21,24 \times 96} = 0,022 \text{ mpy}$
a2	$\frac{0,146 \times 3,45 \times 10^6}{7,86 \times 22 \times 96} = 30,3814 \text{ mpy}$
a3	$\frac{0,2033 \times 3,45 \times 10^6}{7,86 \times 21 \times 96} = 44,3196 \text{ mpy}$
b1	$\frac{0,0003 \times 3,45 \times 10^6}{7,86 \times 21,5 \times 96} = 0,064 \text{ mpy}$
b2	$\frac{0,222 \times 3,45 \times 10^6}{7,86 \times 21,1 \times 96} = 48,1669 \text{ mpy}$
b3	$\frac{0,3459 \times 3,45 \times 10^6}{7,86 \times 21 \times 96} = 75,407 \text{ mpy}$
c1	$\frac{0,0006 \times 3,45 \times 10^6}{7,86 \times 20,2 \times 96} = 0,1360 \text{ mpy}$
c2	$\frac{0,3552 \times 3,45 \times 10^6}{7,86 \times 21 \times 96} = 77,4340 \text{ mpy}$
c3	$\frac{0,5012 \times 3,45 \times 10^6}{7,86 \times 21,85 \times 96} = 105,0117 \text{ mpy}$



**LAMPIRAN 3**  
**Foto Makro Mikro**



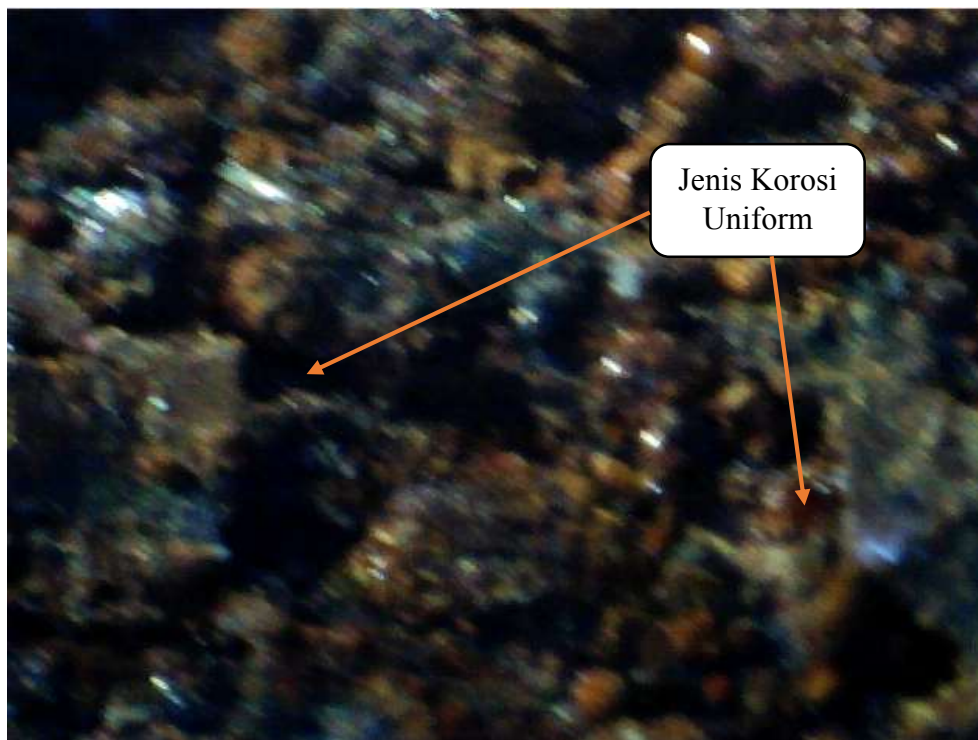
Gambar 1. Foto mikro batas antara coating dan material tanpa cacat coating (tampak samping)



Gambar 2. Foto mikro cacat coating 2 salinitas 40 ‰ (jenis korosi uniform).

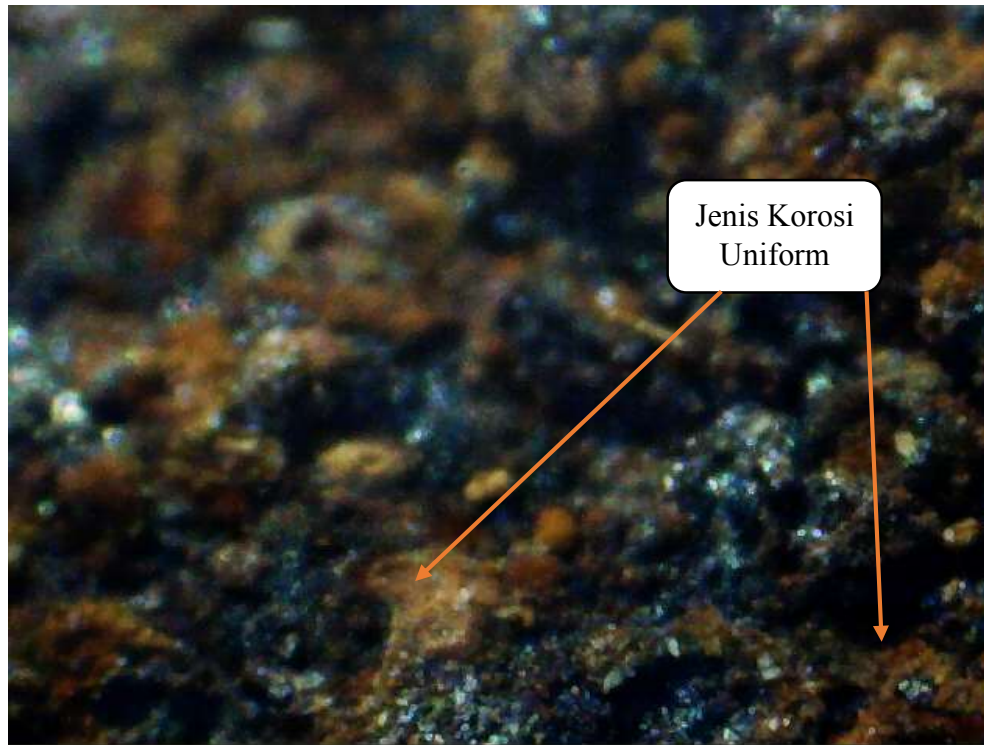


Gambar 3. Foto mikro cacat coating 1 salinitas 40 ‰ (jenis korosi uniform).



Gambar 4. Foto mikro cacat coating 2 salinitas 50 ‰ (jenis korosi uniform)

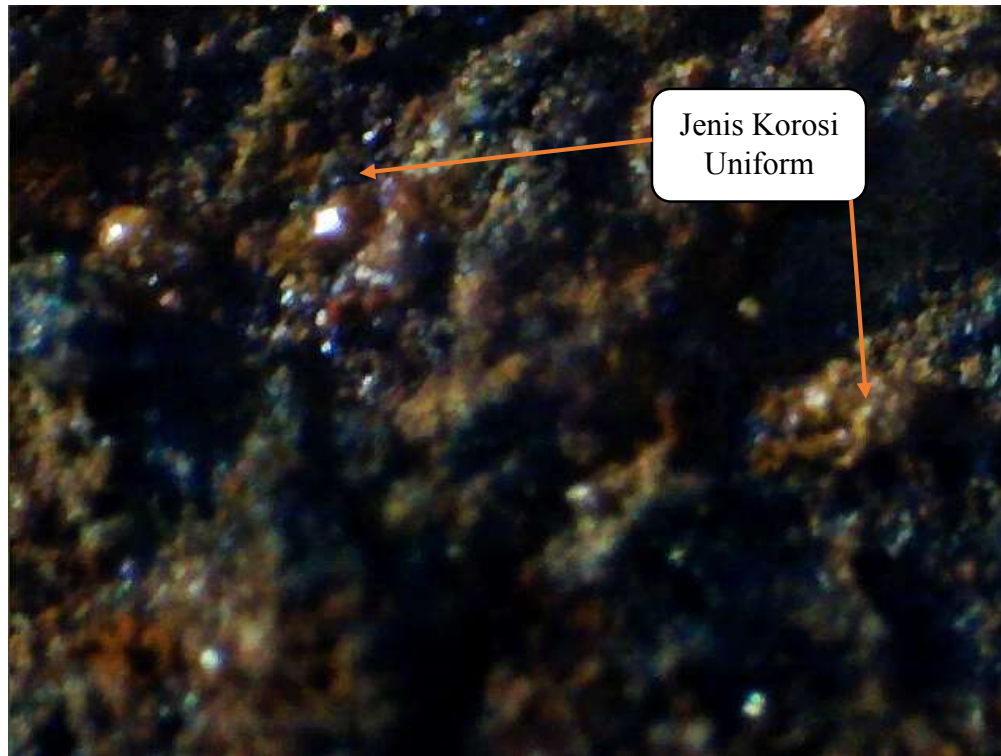




Gambar 5. Foto mikro cacat coating 1 salinitas 50 ‰ (jenis korosi uniform)



Gambar 6. Foto mikro cacat coating 2 salinitas 60 ‰ (jenis korosi uniform)



Gambar 7. Foto mikro cacat coating 1 salinitas 60 ‰ (jenis korosi uniform)